



TUGAS AKHIR - RF141501

**SURVEI *SUB BOTTOM PROFILE* (SBP) UNTUK
MENGIDENTIFIKASI LAPISAN SEDIMEN PADA MUARA
SUNGAI BENGAWAN SOLO MENGGUNAKAN *STRATABOX*
*MARINE GEOPHYSICAL INSTRUMENT***

INNANDA RIZQIANI PUTRI
NRP - 3712 100 021

Dosen Pembimbing

Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001

Firman Syaifuddin, S.Si, M.T
NIP. 19840911 201404 1001

JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR- RF141324

**SURVEI *SUB BOTTOM PROFILE* (SBP) UNTUK
MENGIDENTIFIKASI LAPISAN SEDIMEN PADA MUARA
SUNGAI BENGAWAN SOLO MENGGUNAKAN *STRATABOX*
*MARINE GEOPHYSICAL INSTRUMENT***

**INNANDA RIZQIANI PUTRI
NRP. 3712100021**

Dosen Pembimbing

**Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001**

**Firman Syaifuddin, S.Si, MT
NIP. 19840911 201404 1001**

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS - RF141324

**SUB BOTTOM PROFILE (SBP) SURVEY FOR IDENTIFYING
SEDIMENT LAYER IN BENGAWAN SOLO ESTUARY USING
STRATABOX MARINE GEOPHYSICAL INSTRUMENT**

**INNANDA RIZQIANI PUTRI
NRP. 3712100021**

Advisor Lecturer

**Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001**

**Firman Syaifuddin, S.Si, MT
NIP. 19840911 201404 1001**

**Geophysical Engineering Department
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

PERNYATAAN KEASLIAN

TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan **“Survei *Sub Bottom Profile* (SBP) untuk Mengidentifikasi Lapisan Sedimen pada Muara Sungai Bengawan Solo menggunakan *Stratabox Marine Geophysical Instrument*”** adalah benar benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 23 Januari 2017

Innanda Rizqiani Putri
3712100021

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

**SURVEI SUB BOTTOM PROFILE (SBP) UNTUK
MENGIDENTIFIKASI LAPISAN SEDIMEN PADA
MUARA SUNGAI BENGAWAN SOLO MENGGUNAKAN
STRATABOX MARINE GEOPHYSICAL INSTRUMENT**

TUGAS AKHIR


Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Geofisika
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Surabaya, 23 Januari 2017


Menyetujui :


Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,


Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 197601232000031001


Ertman Syaifuddin, S.Si, M.T
NIP. 198409112014041001


Mengetahui:
Kepala Laboratorium
Geofisika Teknik dan Lingkungan


Dr. Ir. Amien Widodo, M.S
NIP. 195910101988031002

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

SURVEI *SUB BOTTOM PROFILE* (SBP) UNTUK MENGIDENTIFIKASI LAPISAN SEDIMEN PADA MUARA SUNGAI BENGAWAN SOLO MENGGUNAKAN *STRATABOX MARINE GEOPHYSICAL INSTRUMENT*

Nama : Innanda Rizqiani Putri
NRP : 3712100021
Jurusan : Teknik Geofisika FTSP - ITS
Pembimbing : Dr. Dwa Desa Warnana
: Firman Syaifuddin, S.Si, M.T

Abstrak

Pengendapan sedimen pada muara Sungai Bengawan Solo cukup besar, hal ini dikarenakan Sungai Bengawan Solo merupakan sungai yang terpanjang di Pulau Jawa. Sungai ini membawa banyak material sedimen sehingga akan terakumulasi pada muara sungai, yaitu pada muara Sungai Bengawan Solo di Pangkah - Gresik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa ketebalan sedimen pada muara Sungai Bengawan Solo dan juga mengidentifikasi kedalaman muara sungai. Ketebalan sedimen dan kedalaman muara dapat diidentifikasi dengan melakukan survei Sub Bottom Profile (SBP). Survei SBP ini memanfaatkan gelombang akustik yang ditembakkan kebawah permukaan air. Berdasarkan data SBP yang telah dilakukan analisa, maka dapat diperoleh kedalaman sungai berkisar 0.5 - 6 meter, kedalaman muara sungai berkisar 0.3 - 0.8 meter, dan kedalaman muara sungai menuju ke laut berkisar 5 - 7 meter. Berdasarkan peta kontur ketebalan sedimen dan data bor, dapat dianalisa bahwa ketebalan sedimen sekitar 1 meter dengan material penyusun lumpur dengan butiran yang baik. Tipe bentukan dari muara sungai Bengawan Solo ini adalah muara yang dibentuk oleh debit sungai, hal ini dikarenakan pada dinding mulut muara sungai Bengawan Solo ini mengalami pendangkalan yang signifikan. Selain itu, muara yang dibentuk oleh debit sungai penyebaran sedimentasinya akan melebar dan persebaran ukuran butir semakin ke arah laut maka akan semakin halus.

Kata kunci: *Gelombang Akustik, Muara Bengawan Solo, Sedimentasi, Sub-Bottom Profile (SBP)*

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

SUB BOTTOM PROFILE (SBP) SURVEY FOR IDENTIFYING SEDIMENT LAYER IN BENGAWAN SOLO ESTUARY USING STRATABOX MARINE GEOPHYSICAL INSTRUMENT

Name : Innanda Rizqiani Putri
NRP : 3712100021
Major : Teknik Geofisika FTSP - ITS
Advisor : Dr. Dwa Desa Warnana
: Firman Syaifuddin, S.Si, M.T

Abstract

The sedimentation in Bengawan Solo Estuary is significant because it is the longest river in Java Island. It carries substantial material and will be accumulated in Bengawan Solo estuary which is located in Pangkah, Gresik. The aims of this experiment are analyzing the thickness of sediment in Bengawan Solo Estuary and identifying the depth of the estuary. The measurement of Sediment's thickness and Estuary's depth are using the Sub Bottom Profile Survey (SBP). The SBP survey employ the acoustic waves that is propagate into the sea subsurface. Based on the analysis data from SBP, it is known that the depth of river approximately 0.5 - 6 meters, estuary is 0.3 – 0.8 meters and estuary towards sea is 0.5 - 7 meters. Based on countour map of sediment's thickness and coring data, the sediment thickness of estuary is 1 meter with mud material composition. The type of Bengawan Solo estuary is estuary that formed by the river flow, because in the mouth of the estuary become shallow. The estuary that formed by the river flow have wide distribution of grain size.

Keywords: Acoustic Wave, Bengawan Solo Estuary, Sedimentation, Sub Bottom Profile Survey (SBP)

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk, berkat serta karunianya sehingga penulis mampu menyelesaikan karya indah berupa Tugas Akhir dengan judul “Survei *Sub Bottom Profile* (SBP) untuk Mengidentifikasi Lapisan Sedimen pada Muara Sungai Bengawan Solo menggunakan *Stratabox Marine Geophysical Instrument*”. Pada pengerjaan tugas akhir ini banyak pihak yang sangat menginspirasi dan membantu dalam penyelesaiannya, sehingga pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Keluarga tercinta, mama, papa, kakak dan adik yang selalu memberi semangat, inspirasi dan doa untuk penulis.
2. Bapak Dr. Dwa Desa Warnana dan Bapak Firman Syaifuddin S.Si, MT selaku dosen pembimbing TA sekaligus orang yang menginspirasi penulis, terimakasih atas bimbingan dan kesabarannya.
3. Bapak Widya Utama selaku dosen wali penulis, *Faculty Advisor* sekaligus Kepala Jurusan Teknik Geofisika yang selalu mensupport dan memotivasi penulis dari semester awal
4. Teman-teman TG-1 atas waktu yang telah dihabiskan bersama melewati tugas, deadline, ujian, kuliah- kuliah lapangan dan kebersamaan selama 4 tahun ini.
5. Teman-teman sarang nagin (Nova, Yulia dan Nasa) terima kasih atas bahu yang selalu sedia membantu dan waktu berkualitas yang dihabiskan bersama.
6. Rekan HMTG yang telah memberi pengalaman dan kekeluargaan.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih, semoga kedepannya laporan tugas akhir ini dapat berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 23 Januari 2017

Innanda Rizqiani Putri

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | vi |
| TUGAS AKHIR | viii |
| Abstrak | x |
| Abstract | xii |
| KATA PENGANTAR | xiv |
| DAFTAR ISI | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xviii |
| DAFTAR TABEL | xx |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah/ Ruang Lingkup Masalah | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Teori Sedimentasi | 3 |
| 2.2 Tipe Muara Sungai | 3 |
| 2.3 Sedimentasi pada Muara Bengawan Solo | 6 |
| 2.4 Survei <i>Sub Bottom Profile</i> (SBP) | 8 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 9 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 9 |
| 3.2 Peralatan yang Digunakan | 9 |
| 3.3. Alur Penelitian | 10 |
| 3.4 Akuisisi Data | 11 |
| 3.5 Pengolahan Data | 15 |
| 3.6 Interpretasi Data | 21 |

| | |
|---|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 25 |
| 4.1 Analisis Batimetri Muara Sungai Bengawan Solo | 25 |
| 4.2 Analisis Ketebalan Sedimen Muara Sungai..... | 27 |
| 4.3 Integrasi Data SBP, Data Batimetri dan Data Bor | 36 |
| 4.4 Analisa Tipe Bentukan Muara Bengawa Solo | 38 |
| BAB V PENUTUP..... | 41 |
| 5.1 Kesimpulan | 41 |
| 5.2 Saran | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 43 |
| DAFTAR ISTILAH | 45 |
| LAMPIRAN..... | 47 |
| BIODATA PENULIS..... | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Tipe muara yang didominasi oleh gelombang laut. (Yuniarti dkk, 2016) | 4 |
| Gambar 2.2 | Tipe muara yang didominasi oleh aliran sungai. (Yuniarti dkk, 2016) | 4 |
| Gambar 2.3 | Tipe muara yang didominasi oleh pasang surut. (Yuniarti dkk, 2016) | 5 |
| Gambar 2.4 | Asal material sedimen di muara sungai. (Yuniarti dkk, 2016) | 6 |
| Gambar 2.5 | Muara Sungai Bengawan Solo, Pangkah, Kabupaten Gresik. (BBWSBS, 2012) | 6 |
| Gambar 2.6 | Foto satelit muara sungai Bengawan Solo dalam beberapa tahun. (Dokumentasi tim ITS, 2016) | 7 |
| Gambar 2.7 | Cara kerja SBP (Ulil Amri, 2016). | 8 |
| Gambar 3.1 | Muara Sungai Bengawan Solo, Pangkah, Kabupaten Gresik. (Google Earth, 2016)-1halaman | 9 |
| Gambar 3.2 | StrataBox <i>Marine Geophysical Instrument</i> . (SyQwest, 2016) | 10 |
| Gambar 3.3 | Tampilan software Stratabox. (SyQwest, 2016) | 12 |
| Gambar 3.4 | Lintasan kapal pengambilan data SBP dan batimetri. | 13 |
| Gambar 3.5 | Data SBP pada <i>software</i> Stratabox. | 14 |
| Gambar 3.6 | Input koordinat X dan Y. | 15 |
| Gambar 3.7 | Analisa Spektral Frekuensi | 16 |
| Gambar 3.8 | <i>Flow filtering bandpass</i> | 16 |
| Gambar 3.9 | Penampang SBP setelah dilakukan <i>filter bandpass</i> . | 17 |
| Gambar 3.10 | <i>Flow</i> dan parameter dari <i>Mix N-Trace Weighted Mix</i> | 17 |
| Gambar 3.11 | Penampang SBP setelah dilakukan <i>Mix N-Trace Weighted Mix</i> | 17 |
| Gambar 3.12 | Mengedit <i>header</i> sebelum dilakukan <i>Trace Interpolation</i> | 18 |
| Gambar 3.13 | <i>Flow</i> dan parameter dari <i>trace interpolation</i> | 18 |
| Gambar 3.14 | Penampang SBP setelah dilakukan <i>trace interpolation</i> . | 18 |
| Gambar 3.15 | Perbandingan jumlah trace sebelum dan sesudah dilakukan trace interpolation | 19 |
| Gambar 3.16 | <i>Flow</i> dan parameter dari prediktif dekonvolusi | 19 |
| Gambar 3.17 | Penampang SBP setelah dilakukan prediktif dekonvolusi | 20 |
| Gambar 3.18 | <i>Flow</i> dan parameter dari autokorelasi | 20 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 3.19 | Autokorelasi setelah dilakukan prediktif dekonvolusi | 20 |
| Gambar 3.20 | Autokorelasi sebelum dilakukan dekonvolusi | 20 |
| Gambar 3.21 | Data SBP pada muara sungai. | 21 |
| Gambar 3.22 | Penampang SBP pada muara sungai setelah dilakukan penarikan <i>horizon</i> | 22 |
| Gambar 3.23 | Peta <i>surface</i> 2D batimetri muara sungai dan ketebalan sedimen. | 22 |
| Gambar 3.24 | Perhitungan ketebalan lapisan sedimen. | 23 |
| Gambar 3.25 | Ketebalan lapisan sedimen pada muara sungai. | 23 |
| Gambar 4.1 | Peta batimetri pada muara sungai menuju ke Laut Jawa. | 25 |
| Gambar 4.2 | Peta batimetri pada cabang sungai bengawan solo bagian tengah. | 26 |
| Gambar 4.3 | Profil batimetri sungai Bengawan Solo. | 27 |
| Gambar 4.4 | Penampang SBP pada muara sungai menuju ke laut. | 28 |
| Gambar 4.5 | Penampang SBP pada muara sungai. | 29 |
| Gambar 4.6 | Penampang SBP pada sungai. | 30 |
| Gambar 4.7 | Model 3D ketebalan lapisan sedimen pada sungai Bengawan Solo. | 33 |
| Gambar 4.8 | Peta Ketebalan sedimen pada Muara Sungai Bengawan Solo | 34 |
| Gambar 4.9 | Peta Ketebalan sedimen pada bagian muara menuju ke Laut Jawa. | 35 |
| Gambar 4.10 | Sedimen pada bagian dinding sungai Bengawan Solo | 36 |
| Gambar 4.11 | Lokasi data bor | 36 |
| Gambar 4.12 | Data Bor | 37 |
| Gambar 4.13 | Sampel material penyusun bawah permukaan muara sungai. | 37 |
| Gambar 4.14 | Analisa tipe muara Bengawan Solo. | 38 |
| Gambar 4.15 | Teori tipe bentukan muara yang dibentuk oleh debit sungai | 39 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 3.1 | Sampel data batimetri pada Sungai Bengawan Solo | 14 |
| Tabel 4.1 | Sampel data <i>picking horizon</i> 2 (batas bawah lapisan sedimen) | 31 |
| Tabel 4.2 | Sampel data <i>picking horizon</i> 1 (batas atas lapisan sedimen) | 31 |
| Tabel 4.3 | Sampel data ketebalan lapisan sedimen. | 32 |

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai yang terpanjang dan terbesar di Pulau Jawa. Panjang dari sungai Bengawan Solo ini kurang lebih sekitar 600 km dengan 2200 anak sungai. Sungai ini melewati hampir 20 kota dan kabupaten di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Sungai Bengawan Solo ini bermata air di daerah Wonogiri menuju muaranya di Laut Jawa, yaitu di Delta Pangkah, Gresik. Anak sungai Bengawan Solo mengalirkan air dari lereng Gunung Merapi, Gunung Merbabu dan Gunung Lawu banyak membawa material sedimen dari hasil erosi pada lereng gunung tersebut, sehingga mengakibatkan sedimentasi yang tinggi di Sungai Bengawan Solo dan juga di muara Bengawan Solo. (BBWSBS, 2012)

Pada tahun 2000 muara sungai Bengawan Solo, yaitu Delta Pangkah membentuk tiga alur kearah samping dan tidak terjadi perubahan pada saluran utama yang akhirnya tertutup. Ketika salah satu alur kearah samping berubah menjadi lebih panjang dari yang lainnya, ada kecenderungan akan tertutup akibat peningkatan endapan sedimen. Pada saat yang bersamaan alur yang lain menjadi besar karena ada tambahan debit yang masuk. Muara tersebut telah berkembang membentuk beberapa alur melalui proses yang sama dan berulang seperti diatas. Proses diatas merupakan proses yang normal dimana terjadi gerusan dan endapan pada dasar sungai dan tidak terpengaruh oleh perubahan akibat proses yang terjadi di pantai. Peningkatan sedimen pada muara sungai Bengawan Solo mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada muara sungai, sehingga pada dilakukan survei *Sub Bottom Profile* (SBP) yang memanfaatkan gelombang akustik. Gelombang akustik ini akan dipancarkan ke bawah permukaan muara sungai oleh alat SBP, yaitu Stratabox. Survei SBP ini dilakukan untuk menganalisa ketebalan sedimen dan kedalaman air pada muara sungai Bengawan Solo, di Delta Pangkah, Gresik, Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengolahan data untuk mendapatkan profil kedalaman muara sungai yang akurat?

2. Bagaimana analisa dari ketebalan sedimen pada muara Sungai Bengawan Solo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan proses pengolahan data untuk mendapatkan profil kedalaman muara sungai yang akurat.
2. Melakukan analisa dari ketebalan sedimen pada muara Sungai Bengawan Solo.

1.4 Batasan Masalah/ Ruang Lingkup Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu pada objek lokasi penelitian, pada penelitian ini hanya menggunakan salah satu cabang sungai Bengawan Solo di Delta Pangkah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui ketebalan lapisan sedimen dan kedalaman muara sungai, sehingga dapat memberikan informasi kepada Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo untuk penelitian sungai Bengawan Solo yang selanjutnya, karena morfologi sungai ini akan terus berubah dari waktu ke waktu.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini, tersusun dalam lima bab yaitu :

Bab 1: Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, maksud dan tujuan, perumusan masalah dan manfaat tugas akhir.

Bab 2: Tinjauan Pustaka

Berisi mengenai kajian pustaka dan teori-teori dari penelitian sebelumnya yang digunakan pada tugas akhir.

Bab 3: Metodologi Penelitian

Berisi tentang tahap pengambilan data dan pengolahan data.

Bab 4: Analisa Data dan Pembahasan

Berupa hasil data yang diperoleh, serta analisa yang dilakukan.

Bab 5: Kesimpulan

Berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Sedimentasi

Sedimentasi yaitu proses pembentukan sedimen atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan dari material pembentuk atau asalnya pada suatu tempat yang disebut dengan lingkungan pengendapan berupa sungai, muara, danau, delta, estuaria, laut dangkal sampai laut dalam. Sungai merupakan jalur aliran air di atas permukaan bumi yang juga mengangkut sedimen yang terkandung dalam air sungai tersebut. Sedimen yang terbawa oleh aliran sungai, dapat dibedakan menjadi dua yaitu muatan dasar dan muatan melayang. Pengendapan yang terjadi di sungai disebut sebagai sedimen fluvial. Hasil dari pengendapan ini berupa batu giling, pasir, kerikil, dan lumpur yang menutupi dasar sungai.

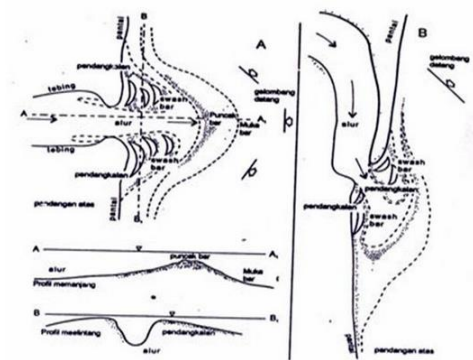
Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi, dan pengendapan. Proses tersebut berjalan sangat kompleks dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Ketika tanah menjadi partikel halus lalu menggelinding bersama aliran sungai, maka sebagian partikel akan tertinggal di atas tanah sedangkan sebagian partikel masuk ke dalam sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen.

2.2 Tipe Muara Sungai

Muara sungai merupakan bagian hilir sungai yang berhubungan dengan laut. Fungsi dari muara sungai ini sebagai tempat pengeluaran atau pembuangan debit sungai terutama pada waktu banjir. Muara sungai mempunyai nilai yang ekonomis yang penting karena dapat berfungsi sebagai alur penghubung antara laut dan daerah daratan. Selain itu muara sungai banyak dimanfaatkan sebagai lokasi pelabuhan dan memegang peranan penting dalam masalah intrusi air laut.

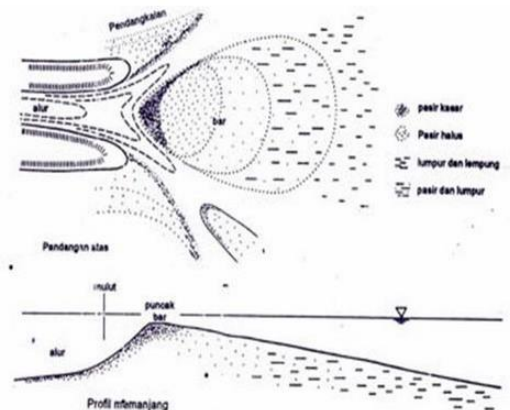
Berkurangnya fungsi muara, baik sebagai saluran debit banjir maupun untuk alur pelayaran, disebabkan oleh sedimentasi. Sedimentasi pada muara mempengaruhi morfologi muara. Ada tiga faktor yang menentukan bentuk dari muara sungai, yaitu gelombang laut, debit sungai dan pasang surut air laut. Tipe muara yang didominasi oleh gelombang laut ini dikarakteristikan dengan angkutan sedimen oleh gelombang laut yang cukup besar sepanjang tahun dan

arus sepanjang pantai cukup dominan. Selain itu arah gelombang dominan relatif tegak lurus pantai, bentuk muara seperti ini digambarkan seperti pada gambar 2.1 dibawah ini.



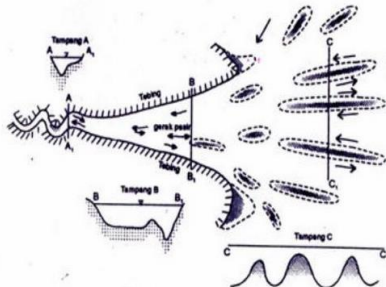
Gambar 2.1 Tipe muara yang didominasi oleh gelombang laut. (Yuniarti dkk, 2016)

Tipe muara yang didominasi oleh aliran sungai ini, debit sungai sepanjang tahunnya cukup besar sehingga angkutan sedimen lebih dominan dari arah sungai. Pendangkalan biasanya tidak terjadi pada alur sungai namun pada pantai di depan mulut muara, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Tipe muara yang didominasi oleh debit sungai.(Yuniarti dkk, 2016)

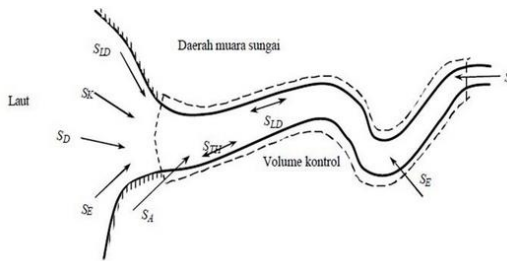
Selanjutnya tipe muara sungai yaitu muara yang didominasi oleh pasang surut. Fluktuasi pasang surut yang cukup besar menimbulkan arus yang potensial untuk membentuk muara. Muara tipe ini biasanya mempunyai bentuk yang corong atau lonceng, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini. Masalah yang lebih banyak terjadi bukan penutupan muara, tetapi pendangkalan yang dapat mengganggu pelayaran atau navigasi.



Gambar 2.3 Tipe muara yang didominasi oleh pasang surut. (Yuniarti dkk, 2016)

Material sedimen yang berperan dalam proses sedimentasi di muara sungai berasal dari beberapa sumber, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah ini. Yuniarti dkk, mengatakan yaitu kemungkinan asal sedimen di estuari yaitu sebagai berikut.

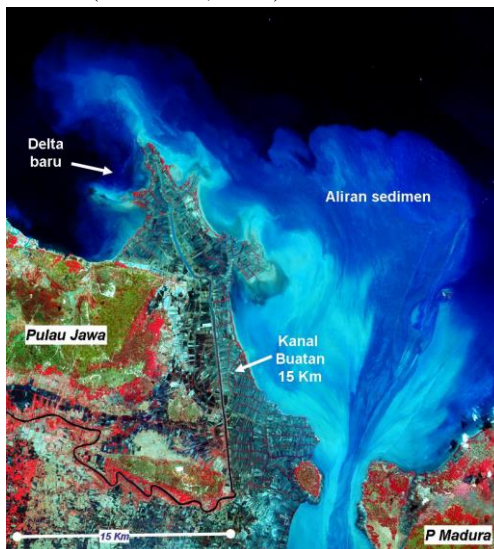
1. Pembuangan limbah domestik dan industri (SE).
2. Erosi tanah di sungai-sungai dan lahan sekitarnya (SS).
3. Littoral drift dan erosi tebing (SLD).
4. Erosi gumuk pantai oleh angin (SA).
5. Erosi dasar laut (SD).
6. Bungan pengerukan yang kembali (SK).
7. Tumbuhan dan hewan yang mati (STH).



Gambar 2.4 Asal material sedimen di muara sungai. (Yuniarti dkk, 2016)

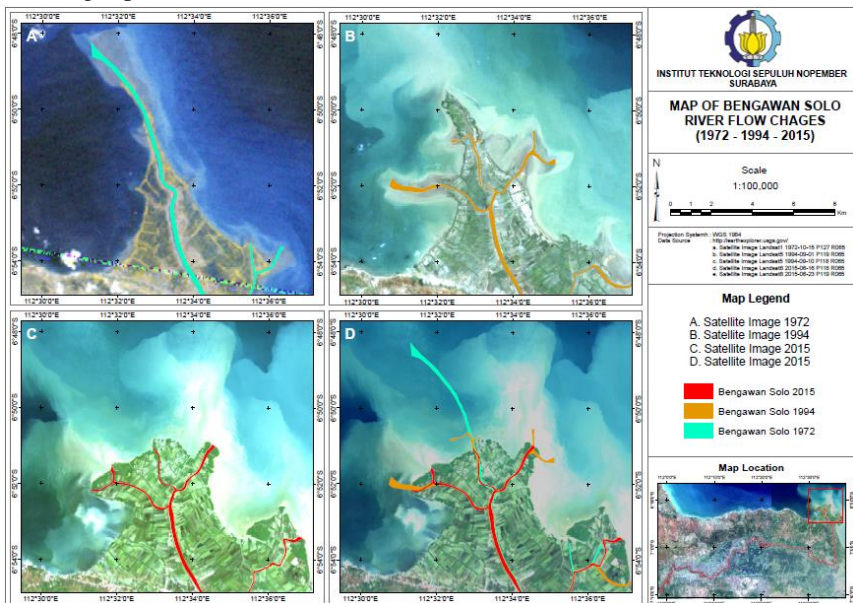
2.3 Sedimentasi pada Muara Bengawan Solo

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terpanjang di Pulau Jawa, mengalir dari pegunungan Sewu di selatan Surakarta, ke Laut Jawa di utara Surabaya melalui alur sepanjang ± 600 km. Anak-anak sungai pada sub DAS Bengawan Solo Hulu dan Kali Madiun yang mengalirkan air dari lereng Gunung Merapi, Merbabu dan Lawu, banyak membawa material sedimen dari hasil erosi pada lereng-lereng tersebut, sehingga mengakibatkan sedimentasi yang tinggi di Sungai Bengawan Solo. (BBWSBS, 2012)



Gambar 2.5 Muara Sungai Bengawan Solo, Pangkah, Kabupaten Gresik. (BBWSBS, 2012)

Untuk mengatasi masalah sedimentasi yang terjadi di Selat Madura, pemerintah Belanda telah membuat sudetan sungai ke arah utara melalui daerah rawa menuju Laut Jawa, menghubungkan Sungai Bengawan Solo dengan laut disebelah timur perkampungan nelayan Ujung Pangkah pada tahun 1890-an. Sampai saat ini arah (*alignment*) saluran tersebut masih tetap seperti kondisi awal dikarenakan oleh material lempung padat yang terdapat di daerah rawa tersebut, tetapi telah terjadi perubahan di muara sungai. Pada sekitar tahun 1922, telah terjadi perubahan muara sepanjang 9 km kearah utara sepanjang saluran memotong endapan pasir dangkal sampai ke garis pantai. Pada tahun 2000, di muara telah terbentuk tiga alur kearah samping dan tidak terjadi perubahan pada saluran utama yang akhirnya tertutup. Ketika salah satu alur kearah samping berubah menjadi lebih panjang dari yang lainnya, ada kecenderungan akan tertutup akibat peningkatan endapan sedimen. Pada saat yang bersamaan, alur yang lain menjadi besar karena ada tambahan debit yang masuk. Muara tersebut telah berkembang membentuk beberapa alur melalui proses yang sama dan berulang seperti diatas.

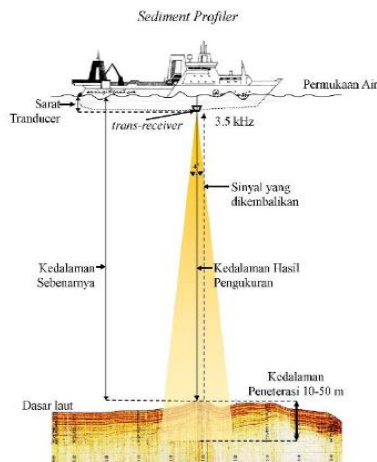


Gambar 2.6 Foto satelit muara sungai Bengawan Solo dalam beberapa tahun.
(Dokumentasi tim ITS, 2016)

Proses diatas merupakan proses yang normal dimana terjadi gerusan dan endapan pada dasar sungai dan tidak terpengaruh oleh perubahan akibat proses yang terjadi di pantai. Tidak terjadi endapan pasir di muara sehingga tidak akan terjadi penyumbatan muara yang dapat menyebabkan banjir. Studi mengenai teknik pantai dalam studi CDMP menyimpulkan bahwa tidak akan terjadi pergerakan muara kearah utara, tetapi akan melebar kearah timur dan barat dengan volume angkutan sedimen pada kondisi saat ini, maka Selat Madura akan tertutup dalam waktu 200 tahun. (BBWSBS, 2012)

2.4 Survei Sub Bottom Profile (SBP)

Survei SBP ini dilakukan bersamaan dengan survei batimetri (kedalaman laut). Alat SBP ini terdiri dari *transduser*, *console trans-receiver* dan *software* StrataBox. Console trans-receiver digunakan untuk mengirimkan sinyal gelombang akustik, kemudian gelombang akustik akan dipantulkan oleh lapisan yang berada di dasar laut hingga energinya habis. Hasil pantulan lapisan dasar laut akan diterima oleh *console trans-receiver* yang kemudian akan diteruskan ke dalam *software* Stratabox. Data yang diperoleh dari alat ini yaitu, data rekaman digital berformat *.odc yang merupakan format standart BATHY-2010. *Transduser* memancarkan gelombang pendek, tunggal dan frekuensi tinggi. Transduser bertindak sebagai *transmitter* dan *receiver*.



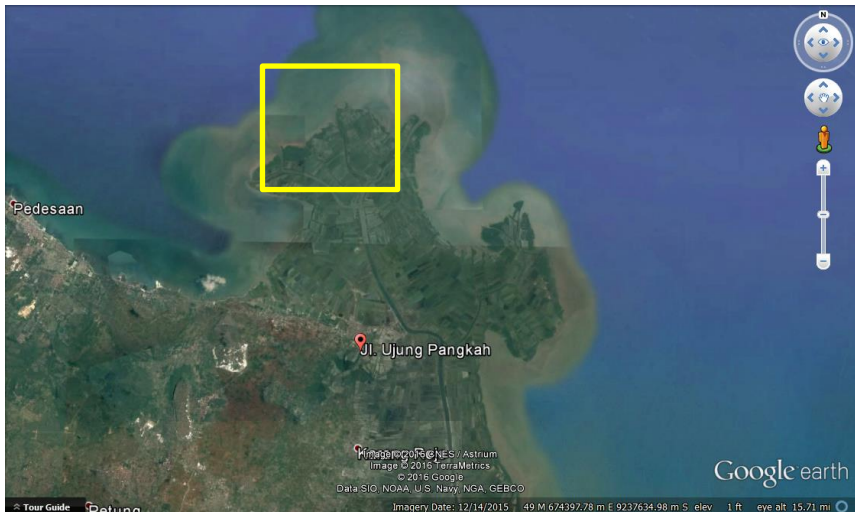
Gambar 2.7 Cara kerja SBP (Ulil Amri, 2016).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Akuisisi data SBP dan batimetri dilakukan sebanyak dua kali pengambilan data, yaitu pada tanggal 25-27 Oktober 2016 dan 1-2 November 2016 di Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Lokasi penelitian berada pada koordinat $6^{\circ} 50.460' S$ dan $112^{\circ} 32.425' E$ yang ditunjukkan pada kotak berwarna kuning pada gambar 3.1 dibawah ini. Sebagian besar lokasi penelitian merupakan daerah laut dangkal dikarenakan adanya sedimentasi yang cukup tinggi pada daerah tersebut.

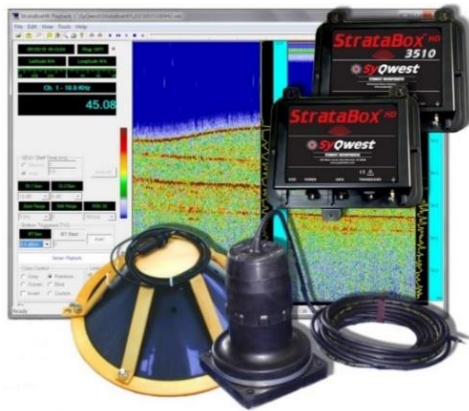


Gambar 3.1 Muara Sungai Bengawan Solo, Pangkah, Kabupaten Gresik.
(Google Earth, 2016)

3.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan peralatan geofisika kelautan seperti *echosounder*, *StrataBox Marine Geophysical Instrument*, GPS, meteran dan perangkat komputer. Alat *StrataBox Marine Geophysical Instrument* digunakan untuk melakukan pengambilan data SBP.

Stratabox merupakan alat *portable* yang memiliki resolusi tinggi dengan daya yang rendah dan juga alat instrument geofisika ini merupakan alat yang anti air untuk menggambarkan profil sedimen bawah laut. Kedalaman penetrasi Stratabox mencapai 40 meter. Alat ini didesain untuk lokasi daerah muara dan daerah pantai yang tidak memiliki kedalaman air laut yang dalam, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

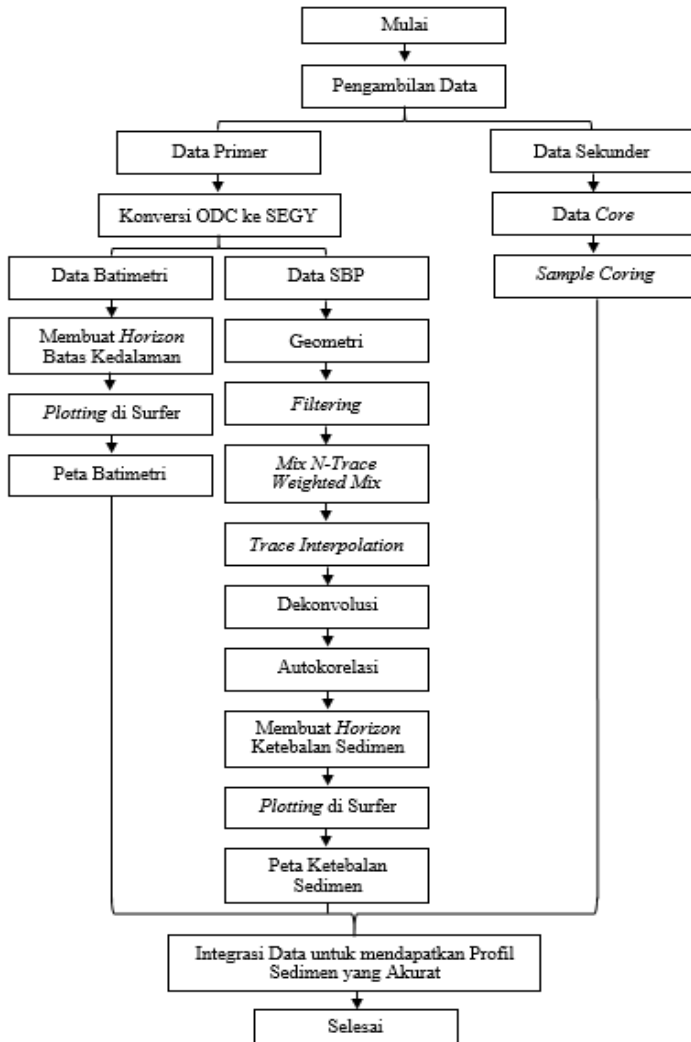


Gambar 3.2 *Stratabox Marine Geophysical Instrument*. (SyQwest, 2016)

Alat yang pada gambar 3.2 diatas terlihat alat Stratabox, yaitu yang berwarna hitam dan putih. Alat ini memancarkan gelombang akustik ke bawah permukaan muara. Pada saat pengambilan data letak alat stratabox ini berada di samping badan kapal sekitar 0.4 meter terendam dari permukaan muara sungai.

3.3. Alur Penelitian

Penelitian mengenai sedimen pada Muara Sungai Bengawan Solo ini mempunyai tiga tahapan, yaitu akuisisi data, pengolahan data dan interpretasi data, seperti yang ditunjukkan pada bagan dibawah ini.



3.4 Akuisisi Data

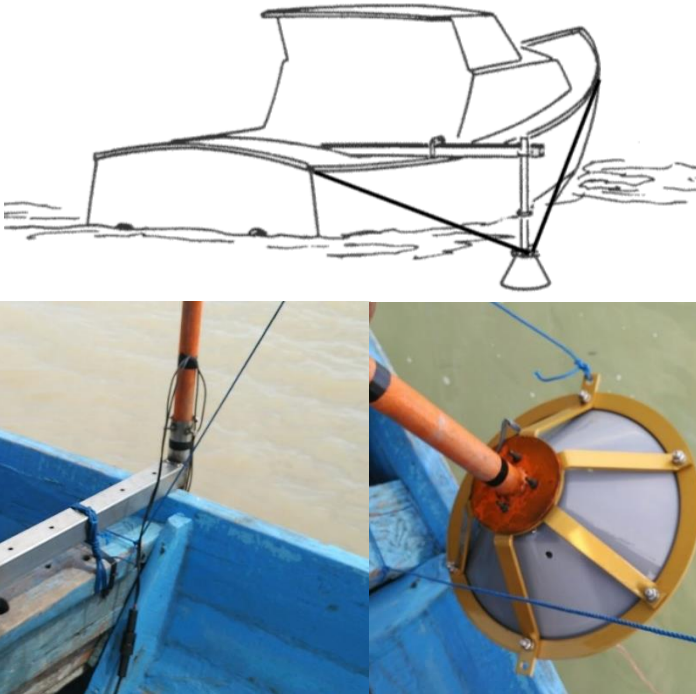
Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan juga data sekunder. Untuk data primernya adalah data SBP dan data batimetri, kemudian untuk data sekundernya adalah data bor. Data primer akan dilakukan pengolahan data sehingga akan didapatkan peta 2D. Untuk data sekunder tidak

dilakukan pengolahan, data sekunder digunakan untuk memperkuat analisis dengan mengintegrasikan ketiga data tersebut sehingga didapatkan analisa batimetri dan analisa ketebalan sedimen yang akurat.

3.4.1 Akuisisi Data SBP

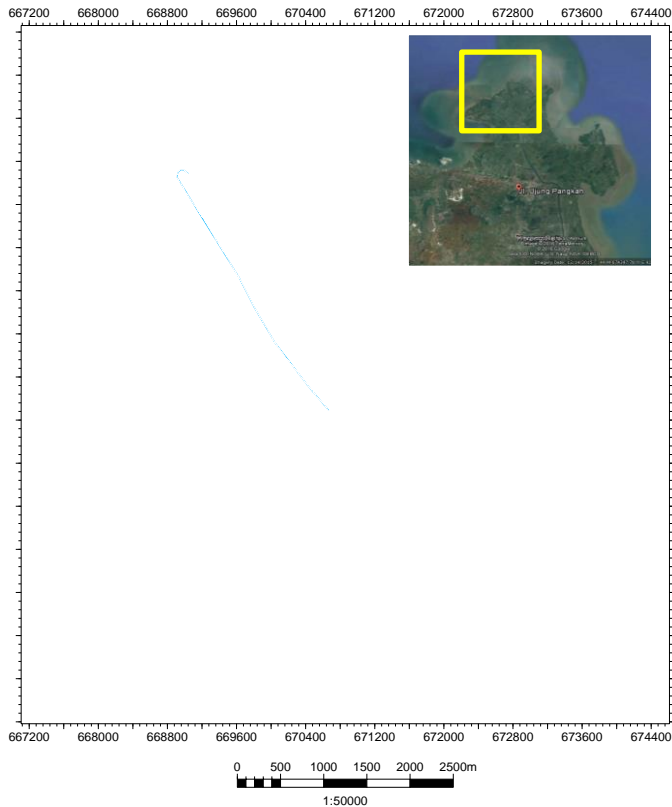
Tujuan dilakukannya akuisisi SBP yaitu untuk menganalisis ketebalan lapisan sedimen pada daerah penelitian dengan menggunakan gelombang akustik. Akuisisi data SBP ini dilakukan dengan menggunakan perahu nelayan, kemudian alat Stratabox diletakkan di samping badan kapal. Akuisisi data SBP ini dilakukan dengan parameter sebagai berikut:

- Frekuensi : 2-10 kHz
- Kedalaman transducer : 0.4 meter
- Gain : 5-15 dB



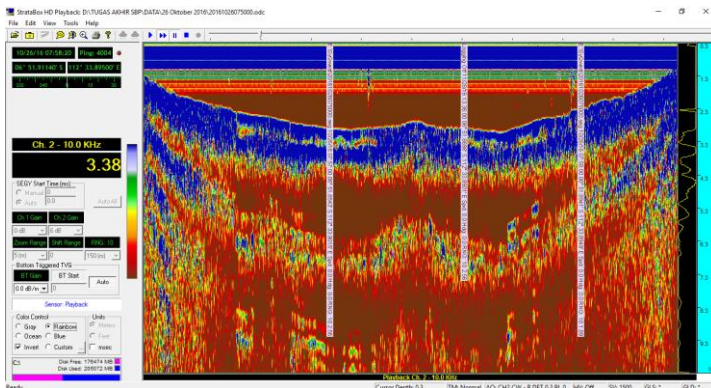
Gambar 3.3 Alat *Stratabox* untuk akuisisi SBP.

Alat *Stratabox* yang diletakkan pada bagian badan kapal tersebut akan memancarkan sumber bunyi yang akan dipantukan pada lapisan sedimen bawah permukaan air, kemudian akan direkam kembali oleh *Stratabox*. Pada gambar dibawah ini ditunjukkan desain survei yang digunakan.



Gambar 3.4 Lintasan kapal pengambilan data SBP dan batimetri.

Output dari alat *Stratabox* akan dihasilkan dua data, yaitu data dengan format .odc dan .seg. Data dengan format .odc digunakan untuk memutar ulang saat pengambilan data SBP. Kemudian data dengan format .seg digunakan untuk pengolahan data tahap selanjutnya. Berikut ini contoh data SBP di Sungai Bengawan Solo.



Gambar 3.5 Data SBP pada *software Stratabox*.

3.4.2 Akuisisi Data Batimetri

Tujuan dilakukan akuisisi batimetri yaitu untuk mendapatkan data kedalaman air laut. Berikut ini sampel data batimetri pada Sungai Bengawan Solo.

Tabel 3.1. Sampel data batimetri pada Sungai Bengawan Solo

| Koordinat | | Kedalaman (m) |
|-----------|-----------|---------------|
| 405229050 | -24723474 | 2.96 |
| 405229050 | -24723474 | 2.65 |
| 405229050 | -24723474 | 2.65 |
| 405229050 | -24723474 | 2.62 |
| 405229050 | -24723474 | 2.61 |
| 405229050 | -24723474 | 3.14 |
| 405229050 | -24723474 | 2.79 |
| 405228996 | -24723432 | 2.67 |
| 405228996 | -24723432 | 2.6 |
| 405228996 | -24723432 | 2.61 |
| 405228996 | -24723432 | 2.63 |
| 405228996 | -24723432 | 2.63 |
| 405228996 | -24723432 | 2.63 |

| | | |
|-----------|-----------|------|
| 405228996 | -24723432 | 2.61 |
| 405228996 | -24723432 | 2.85 |
| 405228996 | -24723432 | 2.67 |
| 405228996 | -24723432 | 3.37 |
| 405228996 | -24723432 | 3.37 |

3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bertahap, yakni pengolahan data SBP dan pengolahan data batimetri.

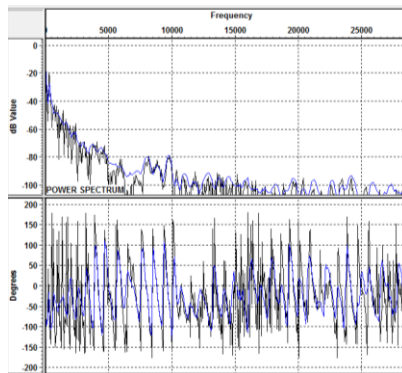
3.5.1 Pengolahan Data SBP

Tahapan pertama yang dilakukan adalah geometri. Geometri dilakukan untuk mendefinisikan kordinat *shot point* dan *posisi receiver*. Informasi ini sangat penting, sehingga tahapan geometri ini harus sangat hati-hati. Input kordinat X dan Y ditunjukkan seperti pada gambar 3.6 dibawah ini

| RECORD # | FIELD # | SHOT # | SHOT X-COORD | SHOT Y-COORD |
|-------------|-----------------------------|-----------|-----------------|-----------------|
| DEF.INCR | 1 | 1.00 | 0.000 | 0.000 |
| 1[0] | 1 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 2[0] | 2 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 3[0] | 3 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 4[0] | 4 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 5[0] | 5 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 6[0] | 6 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 7[0] | 7 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 8[0] | 8 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 9[0] | 9 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |
| 10[0] | 10 <input type="checkbox"/> | 0.00 | 405153.252 | -24638.987 |

Gambar 3.6 Input koordinat X dan Y.

Kemudian tahapan selanjutnya dilakukan *filtering*. *Filtering* digunakan untuk mereduksi *noise* yang terdapat pada data. Terdapat beberapa macam filtering, diantaranya yaitu *filtering band pass*, *low pass*, dan *high pass*. Namun yang paling sering digunakan yaitu *filtering band pass*. Sebelum melakukan *filtering*, terlebih dahulu menganalisa kandungan *noise* yang terbawa bersamaan dengan sinyal seismik pada data SBP. Analisa sinyal dapat dilakukan dengan menggunakan analisis spektral, seperti pada gambar dibawah ini.

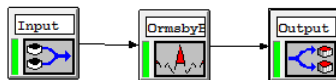


Gambar 3.7 Analisa Spektral Frekuensi

Analisa spektral ini dilakukan untuk menganalisa frekuensi pada data. Frekuensi yang dipilih berdasarkan amplitudonya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7 diatas. Setelah dilakukan analisa spektral maka didapatkan parameter *band pass filter*, yaitu sebagai berikut:

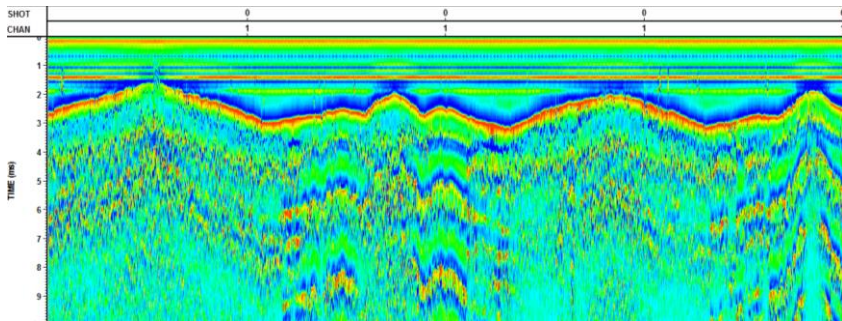
- *Low Truncation Freq* : 300 Hz
- *Low Cut Freq* : 800 Hz
- *High Cut Freq* : 4000 Hz
- *High Truncation Freq* : 6000 Hz

Kemudian dilakukan *filtering* dengan menggunakan *flow* pada *software* pengolahan data seperti gambar dibawah ini. Memasukkan *input* data, yaitu data segy yang sudah dilakukan geometri kemudian memasukkan parameter *filter band pass* seperti diatas.



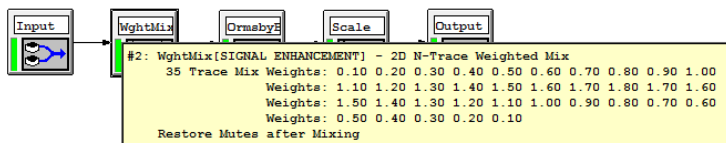
Gambar 3.8 Flow filtering bandpass.

Setelah dilakukan *filtering*, maka tahap selanjutnya adalah *Quality Control* (QC) hasil *filtering*. Tujuan dari QC yaitu untuk memastikan apakah parameter yang diberikan sudah sesuai atau belum sesuai. Untuk QC dilakukan dengan membandingkan data sebelum dilakukan *filtering* dan setelah dilakukan *filtering*.

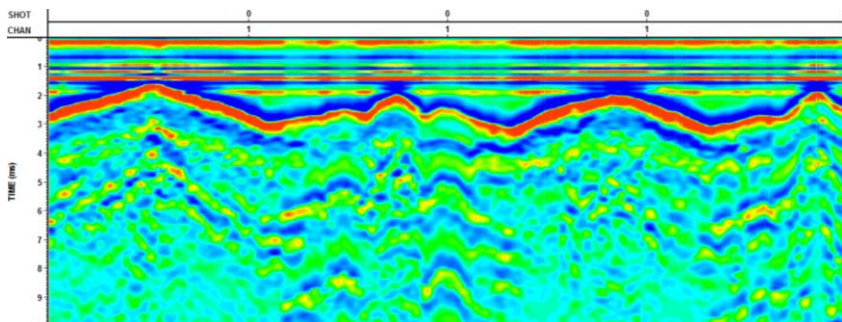


Gambar 3.9 Penampang SBP setelah dilakukan *filter bandpass*.

Pada data SBP banyak terdapat *double shot* atau *multi shot* dalam satu posisi, sehingga hal ini akan mengganggu proses pengolahan data. Maka tahapan selanjutnya setelah *filtering* yaitu *Mix N-Trace Weighted Mix*. Kegunaan dari tahapan ini yaitu untuk menyatukan beberapa *trace* yang spesifik untuk menjadi satu *trace* dan juga untuk melakukan *smoothing* pada data. Parameter yang diberikan pada tahapan ini yaitu angka dari *list weights*, hal ini mengindikasikan bagaimana banyak *trace* yang spesifik akan digabungkan.



Gambar 3.10 *Flow* dan parameter dari *Mix N-Trace Weighted Mix*.



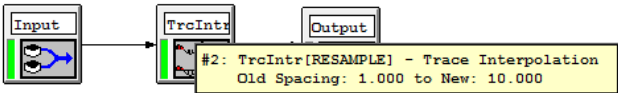
Gambar 3.11 Penampang SBP setelah dilakukan *Mix N-Trace Weighted Mix*.

Pada gambar diatas, setelah dilakukan *Mix N-Trace Weighted Mix* maka data penampang SBP lebih *smooth* dan juga lebih jelas kemenerusannya. Sehingga akan memperbaiki kualitas data. Kemudian tahapan selanjutnya adalah *trace interpolation*. Sebelum melakukan tahapan ini, maka dilakukan mengedit *header*, yang berfungsi untuk mengedit *X Shot* dan *CMP Xcenter* seperti gambar dibawah ini.

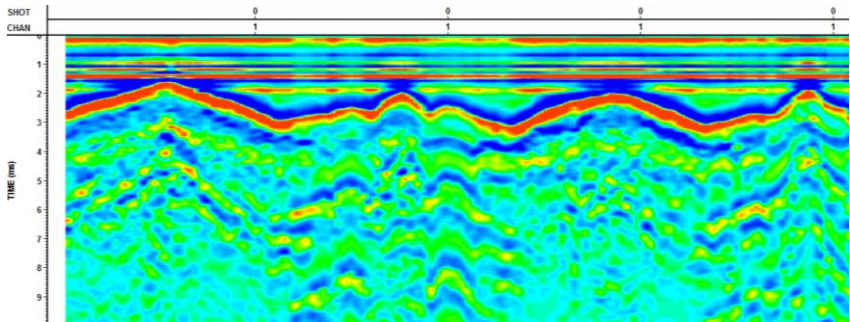
| TRACE # | XSHOT | YSHOT | CMP XCENTER | CMP YCENTER |
|---------|-------|-------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 4 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| 5 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| 6 | 6 | 0 | 6 | 0 |
| 7 | 7 | 0 | 7 | 0 |
| 8 | 8 | 0 | 8 | 0 |
| 9 | 9 | 0 | 9 | 0 |
| 10 | 10 | 0 | 10 | 0 |
| 11 | 11 | 0 | 11 | 0 |
| 12 | 12 | 0 | 12 | 0 |
| 13 | 13 | 0 | 13 | 0 |
| 14 | 14 | 0 | 14 | 0 |
| 15 | 15 | 0 | 15 | 0 |
| 16 | 16 | 0 | 16 | 0 |
| 17 | 17 | 0 | 17 | 0 |
| 18 | 18 | 0 | 18 | 0 |
| 19 | 19 | 0 | 19 | 0 |
| 20 | 20 | 0 | 20 | 0 |

Gambar 3.12 Mengedit header sebelum dilakukan *Trace Interpolation*.

Trace interpolation bertujuan yaitu untuk memberikan jarak pada masing-masing trace, pada tahapan ini parameter yang diberikan yaitu jarak antar *trace* yang baru adalah 10 kali.



Gambar 3.13 *Flow* dan parameter dari *trace interpolation*.



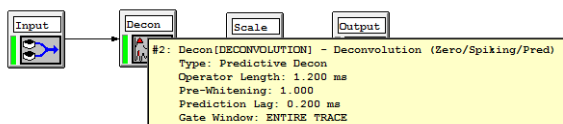
Gambar 3.14 Penampang SBP setelah dilakukan *trace interpolation*.

| | | NAME | 2D/3D | GEOMETRY | STACKED | TRACES | TYPE |
|-----|--|---|-------|----------|-----------|--------|--------------|
| >>> | | [1]: 20161026075000-HF | 2-D | LAND | UNSTACKED | 40950 | TIME SEISMIC |
| >>> | | filter-ormsby_300-800-4000-8000 | 2-D | LAND | UNSTACKED | 40950 | TIME SEISMIC |
| >>> | | wghtmix_(mix-interpolate)-fix | 2-D | LAND | UNSTACKED | 40950 | TIME SEISMIC |
| >>> | | trace_interpolation_(mix-interpolate)-fix | 2-D | LAND | UNSTACKED | 4095 | TIME SEISMIC |

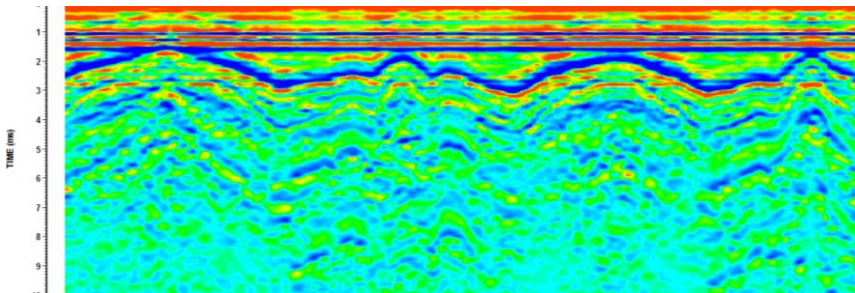
Gambar 3.15 Perbandingan jumlah *trace* sebelum dan sesudah dilakukan *trace interpolation*.

Pada gambar diatas ditunjukkan bahwa setelah dilakukan *trace interpolation* maka jumlah *trace* akan berkurang berkurang 10 kali lipat dari jumlah *trace* awal. Sebelum dilakukan interpolasi jumlah *trace* sebanyak 40950, kemudian setelah dilakukan interpolasi jumlah *trace* menjadi 4095. Kemudian tahapan selanjutnya yaitu dekonvolusi. Dekonvolusi adalah suatu proses untuk menghilangkan pengaruh dari *wavelet* sumber dari suatu *trace* seismik. Dekonvolusi digunakan untuk mendapat solusi *trace* yang paling sesuai dengan koefisien refleksinya. Tipe dari dekonvolusi yaitu *spiking* dekonvolusi, prediktif dekonvolusi, dan *wavelet shaping* dekonvolusi. Pada penelitian ini digunakan prediktif dekonvolusi, diharapkan dekonvolusi mampu menekan reverbrasi (perulangan) yang terdapat pada data seismik dan juga untuk memperbaiki resolusi data.

Prediktif dekonvolusi menggunakan parameter GAP dan *operator length* yang berbeda. GAP adalah lebar defleksi yang lolos, yaitu satu gelombang. Kemudian *operator length* adalah lama reverbrasi. Parameter GAP dan *operator length* dilakukan uji coba beberapa parameter, pada GAP digunakan variasi parameter GAP 0.6 ms, 0.4 ms dan 0.2 ms. Setelah dilakukan perbandingan hasil dari dekonvolusi menggunakan variasi GAP, maka GAP 0.2 ms yang digunakan. Pemilihan GAP 0.2 dikarenakan pada kemenerusan reflektor terlihat lebih tipis dan lebih jelas. Kemudian dilakukan variasi *operator length* dengan variasi 1.4 ms, 1.2 ms, 1.0 ms. Setelah dilakukan perbandingan hasil dari dekonvolusi menggunakan variasi *operator length*, maka *operator length* 0.2 ms yang digunakan. Pemilihan *operator length* berdasarkan analisa autokorelasi, yang akan dibahas pada halaman berikutnya.

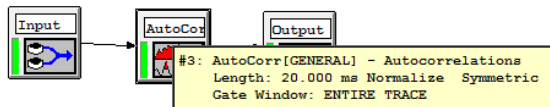


Gambar 3.16 *Flow* dan parameter dari prediktif dekovolusi.

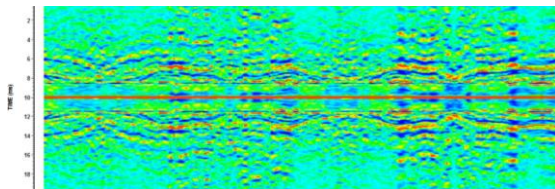


Gambar 3.17 Penampang SBP setelah dilakukan prediktif dekonvolusi.

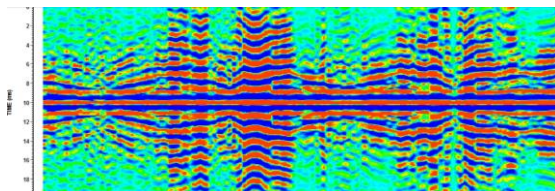
Untuk *quality control* (QC) dari dekonvolusi ini digunakan autokorelasi. Autokorelasi adalah perkalian kepada dirinya sendiri. Hal ini digunakan untuk mengetahui similaritas dari suatu fungsi atau pola berulang pada sinyal. Sehingga, saat similaritas makin besar (mendekati 100%), maka hal ini menunjukkan semakin kecilnya reverbrasi. Untuk *flow* yang digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.18 *Flow* dan parameter dari autokorelasi



Gambar 3.19 Autokorelasi setelah dilakukan prediktif dekonvolusi.

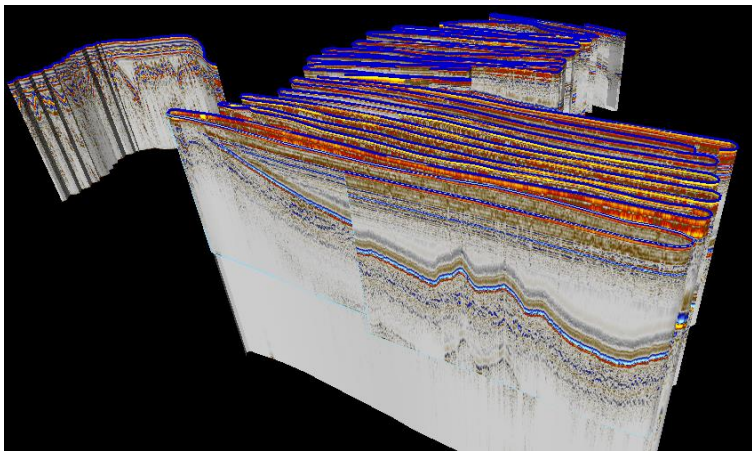


Gambar 3.20 Autokorelasi sebelum dilakukan dekonvolusi.

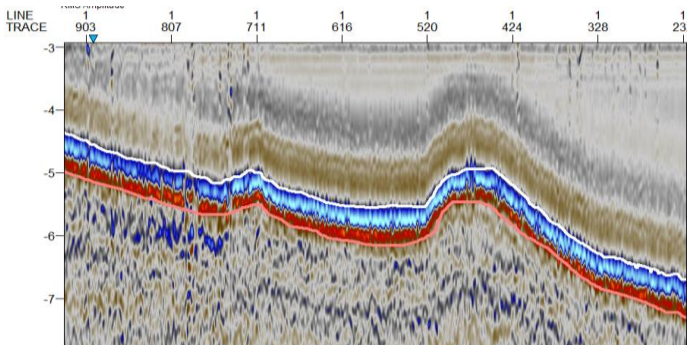
Setelah dilakukan beberapa proses pengolahan data, maka *noise* yang terdapat pada data SBP akan tereduksi dan memperbesar rasio sinyal terhadap *noise*. Kemudian tahapan yang terakhir yaitu ekstrak data segy dari *software* pengolahan data untuk dilakukan interpretasi.

3.6 Interpretasi Data

Tujuan dilakukan interpretasi pada penelitian ini yaitu untuk menentukan batas dasar permukaan sungai dan menentukan ketebalan dari lapisan sedimen. Interpretasi dibagi menjadi dua bagian yaitu interpretasi kualitatif dan interpretasi kuantitatif. Pada penelitian ini dilakukan interpretasi kualitatif, yaitu dengan melakukan penarikan horizon untuk didapatkan kedalaman air muara sungai dan batas pengendapan sedimen pada Muara Sungai Bengawan Solo. Tahapan yang pertama dilakukan input data SBP seperti pada gambar 3.21 dibawah. Pada gambar 3.21 dibawah dapat dilihat data SBP yang di tampilkan dalam bentuk 3D, hal ini dilakukan untuk memudahkan *picking horizon* pada data SBP untuk mendapatkan profil sedimen dan juga profil muara sungai Bengawan Solo.

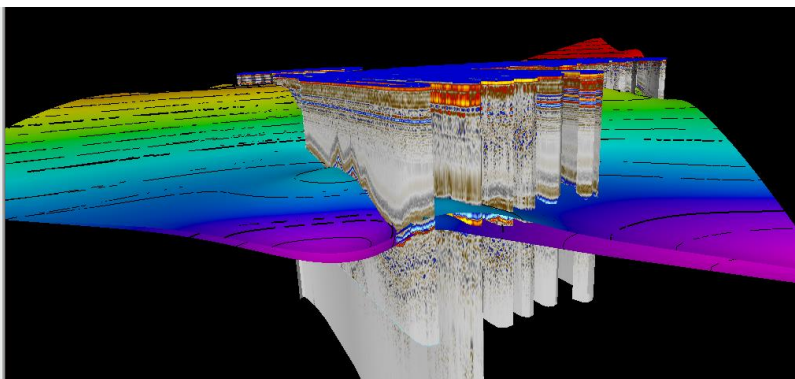


Gambar 3.21 Data SBP pada muara sungai.



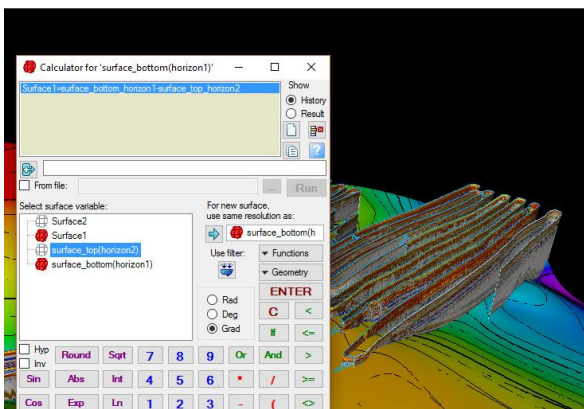
Gambar 3.22 Penampang SBP pada muara sungai setelah dilakukan penarikan *horizon*.

Gambar diatas merupakan penampang SBP pada muara sungai yang telah dilakukan penarikan *horizon*. Garis warna putih merupakan batas kedalaman air, yaitu *horizon 1*. Garis warna merah merupakan batas lapisan sedimen pada muara sungai, yaitu *horizon 2*. Penarikan *horizon* ini dilakukan berdasarkan teori reflektifitas yang menunjukkan perbedaan lapisan. Ketika terdapat perbedaan lapisan, maka kontrasnya akan terlihat jelas (ditunjukkan pada perbedaan warna pada gambar 3.22 diatas). Setelah dilakukan penarikan kedua *horizon* pada masing-masing lintasan, maka dilakukan pembuatan peta *surface* 2D batimetri muara sungai dan ketebalan sedimen seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.23 dibawah ini.

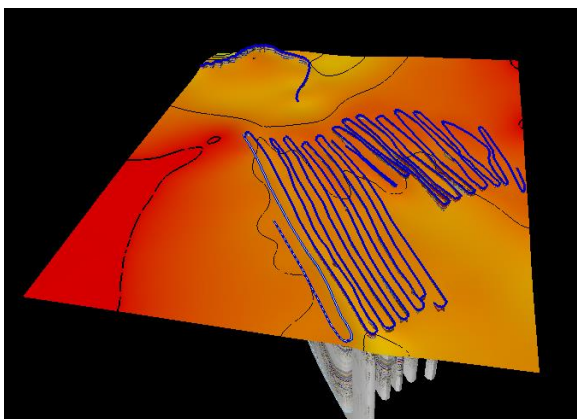


Gambar 3.23 Peta *surface* 2D batimetri muara sungai dan ketebalan sedimen.

Tahapan selanjutnya adalah perhitungan ketebalan sedimen. Ketebalan sedimen dihitung dengan cara melakukan pengurangan antara kedua *horizon*, yaitu *horizon 2* (bagian batas bawah lapisan sedimen) dikurang dengan *horizon 1* (bagian batas atas lapisan sedimen) yang ditunjukkan seperti gambar di bawah 3.24 dibawah ini.



Gambar 3.24 Perhitungan ketebalan lapisan sedimen.



Gambar 3.25 Ketebalan lapisan sedimen pada muara sungai.

Pada gambar 3.25 diatas menunjukkan ketebalan sedimen, peta surface 2D ini akan dibahas lebih lanjut pada bab selanjutnya.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

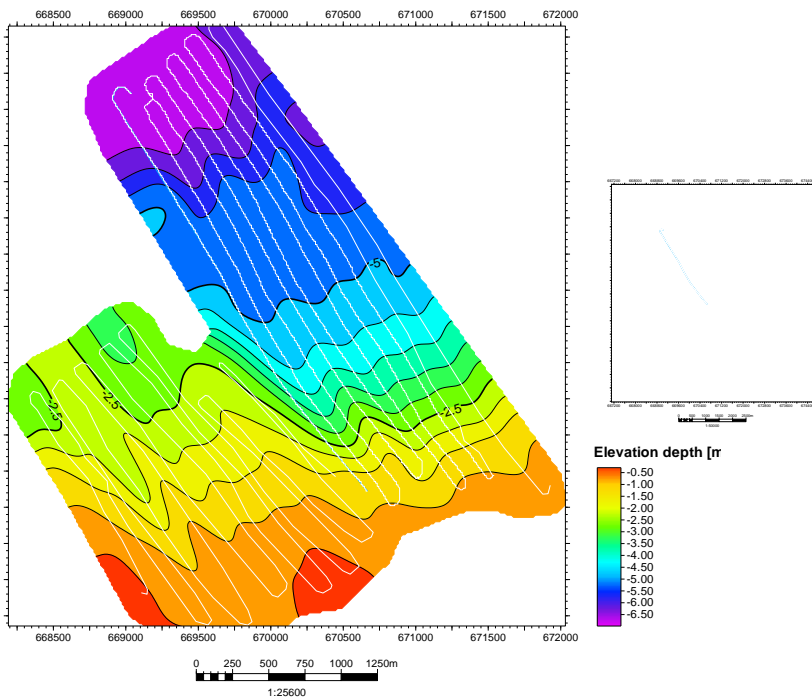
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil analisis batimetri dan ketebalan sedimen pada muara Sungai Bengawan Solo. Selain itu pada bab ini akan dibahas juga mengenai integrasi antara data SBP dengan data bor sehingga didapatkan ketebalan sedimen yang akurat, dari integrasi data ini juga akan didapatkan analisa tipe muara sungai Bengawan Solo.

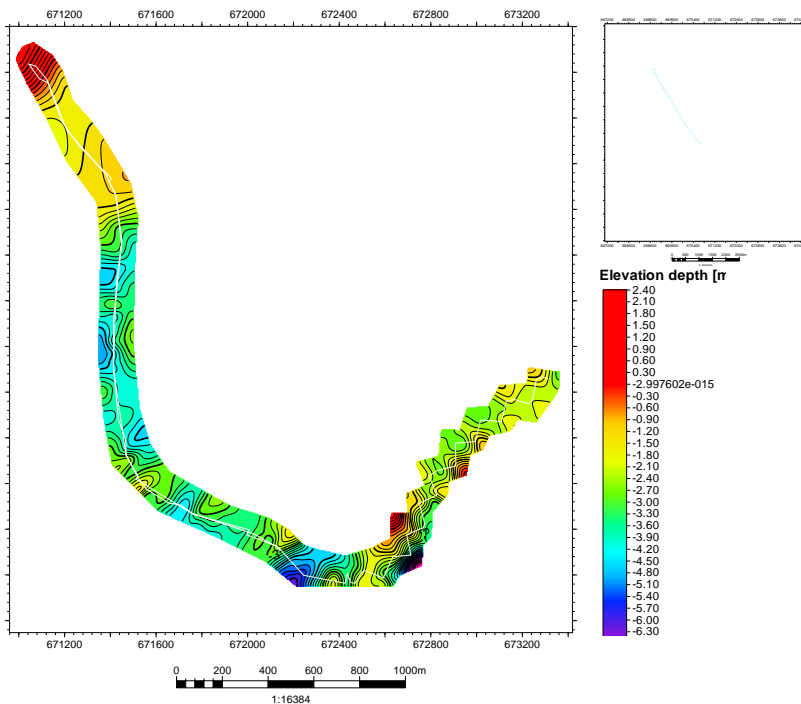
4.1 Analisis Batimetri Muara Sungai Bengawan Solo

Berdasarkan peta *surface* 2D dapat dianalisa bahwa kedalaman muara sungai berkisar antara 0.3 – 7 meter. Analisa batimetri dibagi menjadi tiga bagian yaitu pada bagian muara sungai menuju ke Laut Jawa, mulut muara dan badan sungai.



Gambar 4.1 Peta batimetri pada muara sungai menuju ke Laut Jawa.

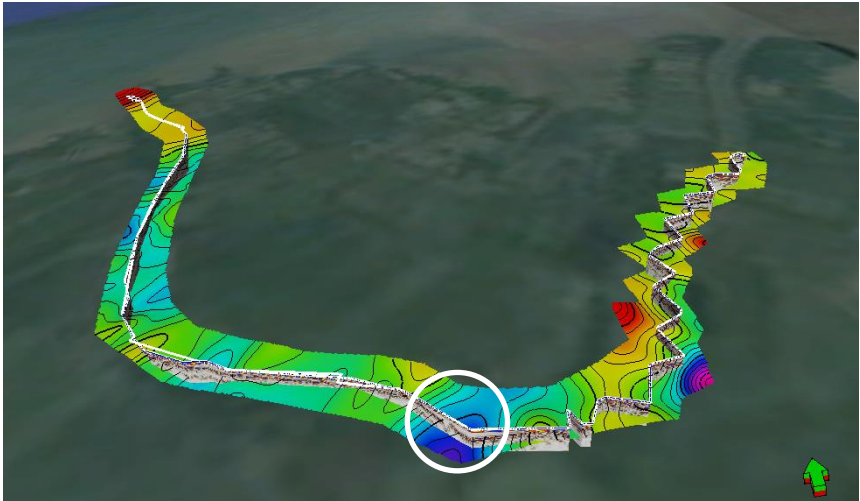
Pada gambar 4.1 diatas merupakan bagian muara sungai menuju ke Laut Jawa, kedalaman daerah ini cukup dalam hingga 7 meter. Lokasi ini sering digunakan nelayan mencari ikan dengan cara membuat jebakan jaring pada beberapa lokasi. Pada daerah ini kedalaman laut mulai dari 0.5 – 7 meter dengan ditunjukkan warna merah hingga biru pada gambar 4.1 tersebut. Kemudian pada bagian merah merupakan daerah mulut muara. Lokasi ini mengalami pendangkalan yang semakin berjalannya waktu semakin meningkat. Sehingga bagian mulut muara ini tidak dapat di lewati nelayan jika air sudah tidak pasang lagi. Kedalaman mulut muara berkisar 0.3 - 0.8 meter.



Gambar 4.2 Peta batimetri pada cabang sungai bengawan solo bagian tengah.

Kemudian selanjutnya dilakukan analisa batimetri pada bagian badan sungai. Kedalaman sungai Bengawan Solo berdasar gambar 4.2 diatas sekitar 0.5 - 6 meter. Kedalaman 0.5 meter berada di daerah mulut muara sungai bengawan solo. Kemudian kedalaman 6 meter berada di daerah percabangan antar sungai.

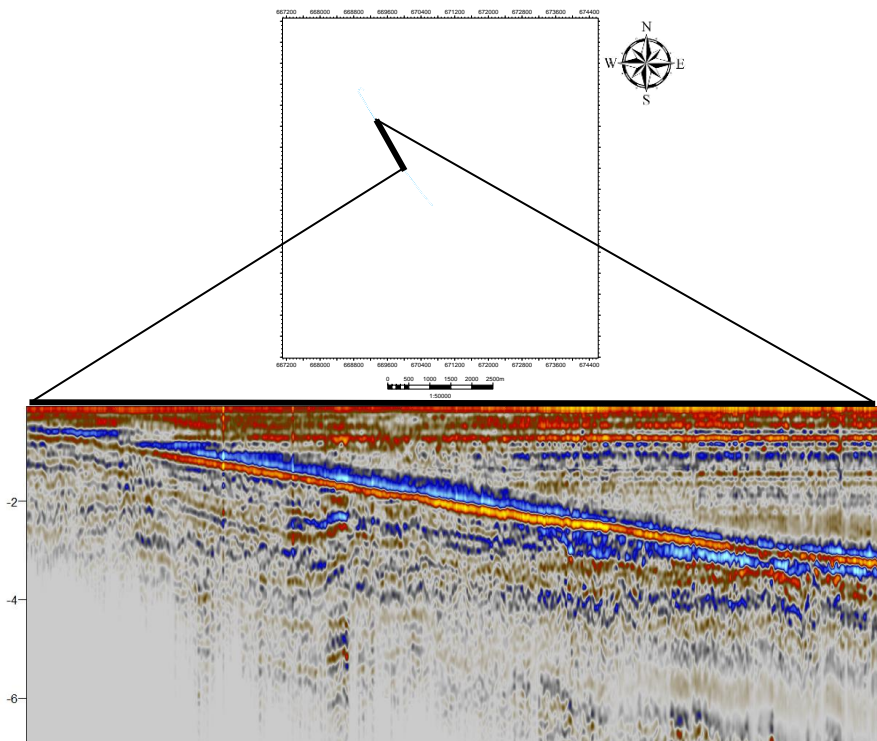
Pada percabangan sungai kedalamannya sangat dalam dikarenakan pengaruh arus dari sungai Bengawan Solo itu sendiri, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3 dibawah ini. Percabangan sungai Bengawan Solo ditunjukkan dengan lingkaran putih pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 Profil batimetri sungai Bengawan Solo.

4.2 Analisis Ketebalan Sedimen Muara Sungai

Analisa ketebalan lapisan sedimen pada muara Sungai Bengawan Solo berdasarkan data SBP ditunjukkan pada gambar penampang SBP. Berdasarkan teori reflektivitas, kontras warna yang jelas menunjukkan ketebalan lapisan sedimennya. Karena kontras warna ini menunjukkan perbedaan lapisan di bawah permukaan dasar laut. Warna biru dan merah dibawah ini menunjukkan nilai amplitudo, dimana warna biru ini merupakan batas atas lapisan sedimen dan warna merah merupakan batas bawah lapisan sedimen.

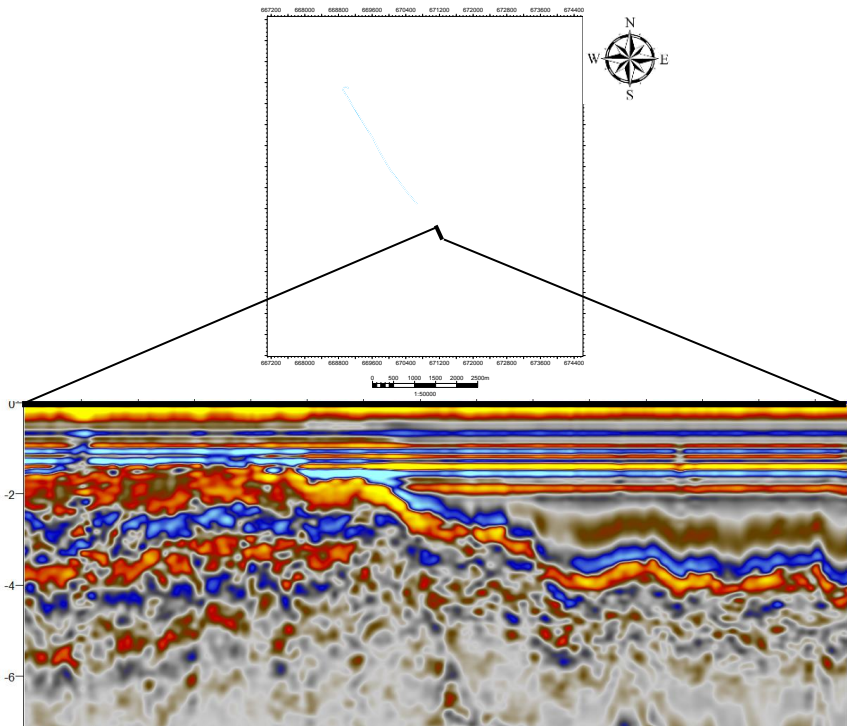


Gambar 4.4 Penampang SBP pada muara sungai menuju ke laut.

Pada bagian kiri gambar 4.4 merupakan bagian muara yang mengalami pendangkalan, kemudian bagian kanan adalah muara menuju ke arah Laut Jawa. Semakin ke arah menuju laut maka ketebalan sedimen semakin tebal, mencapai lebih dari 1 meter. Pada bagian pinggir sungai ketebalan sedimennya mencapai 0.5 meter. Lokasi penampang SBP pada gambar 4.4 diatas ditunjukkan dengan garis berwarna hitam pada peta lintasan pengambilan data SBP.

Kemudian dianalisa penampang SBP pada muara sungai. Pada gambar 4.5 dibawah ditunjukkan penampang SBP pada muara sungai. Pengambilan data pada SBP dan batimetri pada muara sungai sedikit susah karena kedalaman air kurang dari 1 meter, yaitu berkisar antara 0.3 meter sampai 0.8 meter. Hal ini menyebabkan alat tidak bisa diletakkan di samping badan perahu. Dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah, terlihat pada bagian milit muara data SBP terlihat

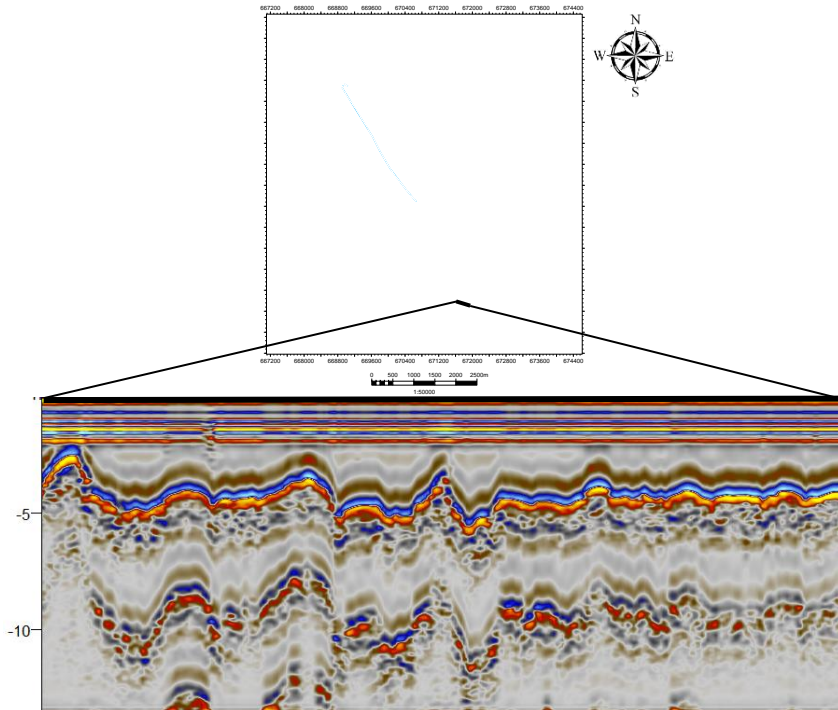
rusak, hal ini disebabkan kemampuan alat membaca kedalaman. Alat Stratabox tidak mampu membaca kedalaman air laut dengan akurat jika kedalaman kurang dari 1.5 meter. Pada gambar 4.5 dibawah, bagian sebelah kiri adalah mulut muara sungai yang kedalamannya kurang dari 1 meter, dengan ketebalan sedimen pada muara sungai berkisar kurang lebih 1 meter.



Gambar 4.5 Penampang SBP pada muara sungai.

Kemudian dianalisa juga penampang SBP pada bagian badan sungai Bengawan Solo, yaitu pada gambar 4.6 dibawah ini. Dari gambar tersebut dapat dianalisa pengendapan terlihat konstan. Ketebalan lapisan sedimen pada sungai berkisar dari 0.5 meter sampai 1 meter. Dan juga pada gambar dibawah pada kedalaman sekitar 10 meter terdapat reflektor baru, namun hal ini bukan dikarenakan adanya lapisan baru. Tetapi hal ini dikarenakan adanya *multiple* pada data SBP. Kendala yang terbesar saat akusisi data seismik di laut adalah *multiple*. *Multiple* adalah noise yang terlihat pada penampang seismik sebagai

sebuah *event* lain yang berulang. Namun *noise* ini tidak mempengaruhi interpretasi, karena targetnya adalah sedimen pada dasar sungai yang kedalamannya dangkal.



Gambar 4.6 Penampang SBP pada sungai.

Berdasarkan analisa ketebalan sedimen pada bagian badan sungai, mulut muara, dan pada bagian muara menuju ke laut menunjukkan ketebalan lapisan sedimen berkisar antara 0.5-1 meter. Dan juga dapat dianalisa bahwa penebalan lapisan sedimen semakin ke arah laut akan semakin menebal. Hal ini sesuai dengan teori sedimentasi. Sedimentasi akan dikontrol oleh 3 faktor utama yaitu laju akomodasi, sedimen *supply*, dan bergantung pada muka air laut.

Tabel 4.1. Sampel data *picking horizon* 2 (batas bawah lapisan sedimen)

| Koordinat | | Kedalaman (meter) |
|-----------|---------|-------------------|
| 670300 | 9240350 | -3.16 |
| 670350 | 9240350 | -3.25 |
| 670400 | 9240350 | -3.35 |
| 670450 | 9240350 | -3.45 |
| 670500 | 9240350 | -3.55 |
| 670550 | 9240350 | -3.65 |
| 670600 | 9240350 | -3.75 |
| 670650 | 9240350 | -3.86 |
| 670700 | 9240350 | -3.97 |
| 670750 | 9240350 | -4.09 |
| 670800 | 9240350 | -4.2 |
| 670850 | 9240350 | -4.32 |
| 670900 | 9240350 | -4.43 |
| 670950 | 9240350 | -4.55 |
| 671000 | 9240350 | -4.66 |
| 671050 | 9240350 | -4.77 |
| 671100 | 9240350 | -4.87 |
| 671150 | 9240350 | -4.97 |
| 671200 | 9240350 | -5.05 |
| 671250 | 9240350 | -5.12 |
| 671300 | 9240350 | -5.16 |

Tabel 4.2. Sampel data *picking horizon* 1 (batas atas lapisan sedimen)

| Koordinat | | Kedalaman (meter) |
|-----------|---------|-------------------|
| 670300 | 9240350 | -2.39 |
| 670350 | 9240350 | -2.45 |
| 670400 | 9240350 | -2.5 |

| | | |
|--------|---------|-------|
| 670450 | 9240350 | -2.56 |
| 670500 | 9240350 | -2.62 |
| 670550 | 9240350 | -2.69 |
| 670600 | 9240350 | -2.76 |
| 670650 | 9240350 | -2.83 |
| 670700 | 9240350 | -2.91 |
| 670750 | 9240350 | -3 |
| 670800 | 9240350 | -3.09 |
| 670850 | 9240350 | -3.19 |
| 670900 | 9240350 | -3.29 |
| 670950 | 9240350 | -3.4 |
| 671000 | 9240350 | -3.51 |
| 671050 | 9240350 | -3.62 |
| 671100 | 9240350 | -3.74 |
| 671150 | 9240350 | -3.85 |
| 671200 | 9240350 | -3.96 |
| 671250 | 9240350 | -4.05 |
| 671300 | 9240350 | -4.13 |

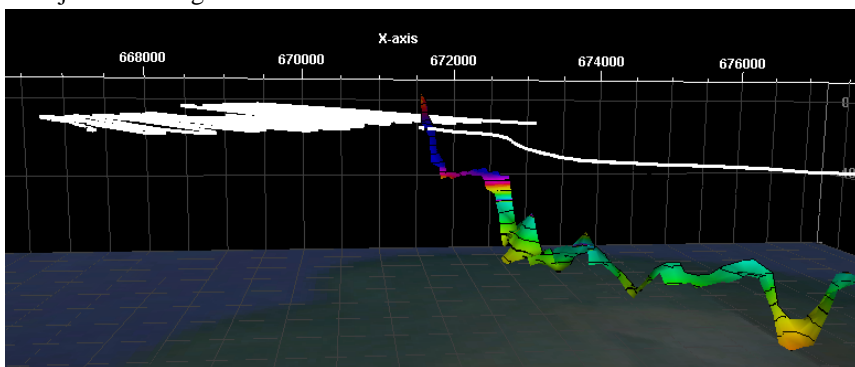
Dari kedua data *horizon* tersebut dilakukan perhitungan untuk mengidentifikasi ketebalan lapisan sedimen, yaitu dengan cara data *horizon 2* batas bawah lapisan sedimen dikurang dengan data *horizon 1* batas atas lapisan sedimen. Sehingga akan didapatkan ketebalan lapisan sedimen, seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3. Sampel data ketebalan lapisan sedimen.

| Koordinat | | Ketebalan Sedimen (meter) |
|-----------|---------|---------------------------|
| 670300 | 9240350 | -0.77 |
| 670350 | 9240350 | -0.81 |
| 670400 | 9240350 | -0.85 |
| 670450 | 9240350 | -0.89 |

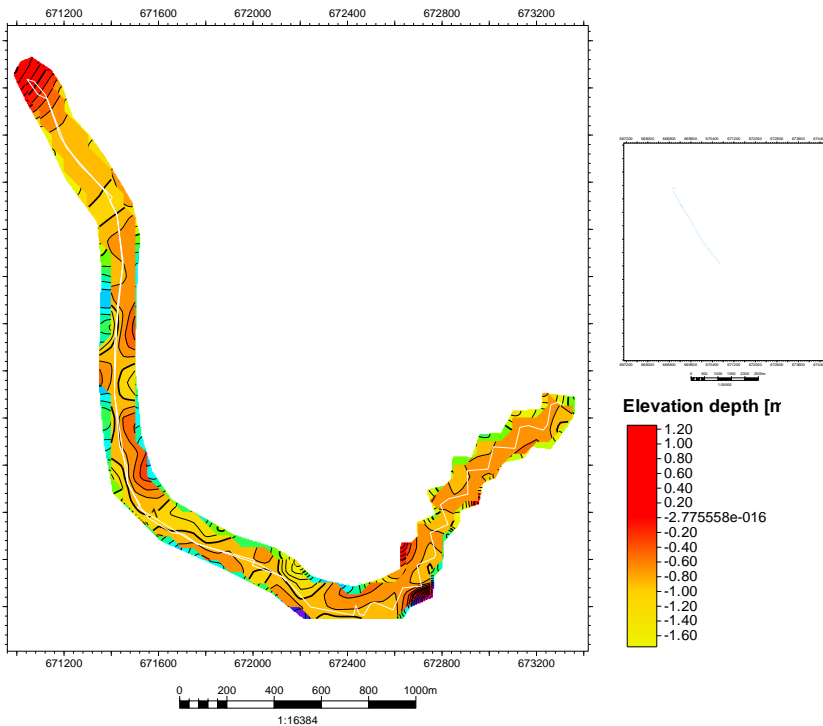
| | | |
|--------|---------|-------|
| 670500 | 9240350 | -0.92 |
| 670550 | 9240350 | -0.96 |
| 670600 | 9240350 | -1 |
| 670650 | 9240350 | -1.03 |
| 670700 | 9240350 | -1.06 |
| 670750 | 9240350 | -1.09 |
| 670800 | 9240350 | -1.11 |
| 670850 | 9240350 | -1.13 |
| 670900 | 9240350 | -1.14 |
| 670950 | 9240350 | -1.15 |
| 671000 | 9240350 | -1.15 |
| 671050 | 9240350 | -1.14 |
| 671100 | 9240350 | -1.13 |
| 671150 | 9240350 | -1.12 |
| 671200 | 9240350 | -1.09 |
| 671250 | 9240350 | -1.07 |
| 671300 | 9240350 | -1.04 |

Kemudian dari data ketebalan sedimen, maka dilakukan pembuatan model 3D untuk memudahkan analisa ketebalan lapisan sedimen seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Model 3D ketebalan lapisan sedimen pada sungai Bengawan Solo.

Pada gambar 4.7 diatas tampak model 3D ketebalan lapisan sedimen, yakni 1 meter. Pada gambar diatas menunjukkan bahwa semakin ke arah mulut muara sungai Bengawan Solo, akan semakin dangkal. Hal ini dikarenakan material sedimen yang dibawa oleh sungai Bengawan Solo cukup banyak dan juga semakin ke arah mulut muara sungai, maka arus sungai menjadi berkurang. Hal ini akan mengakibatkan material sedimen banyak terendapkan di muara, sehingga terjadi pendangkalan muara.

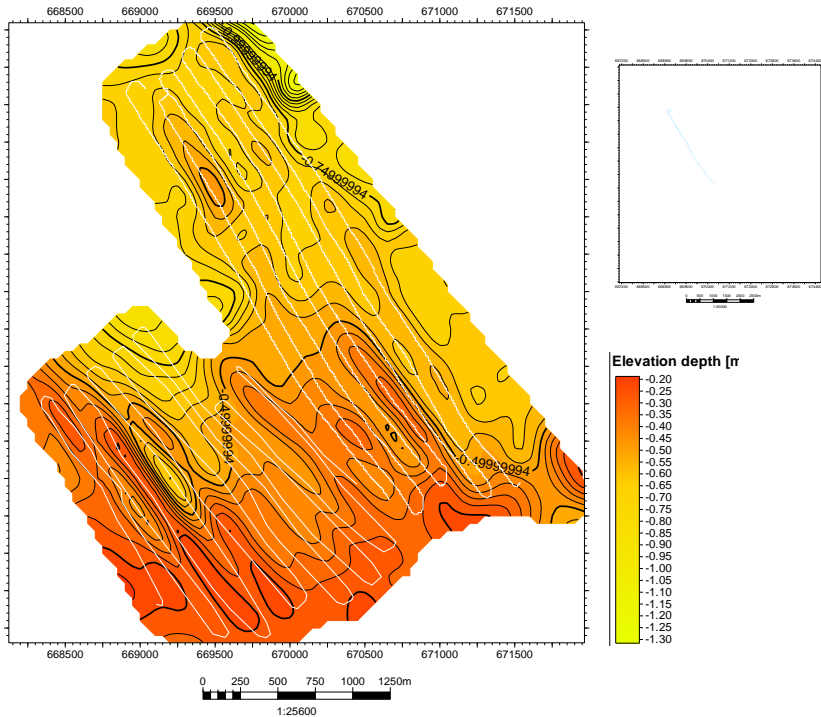


Gambar 4.8 Peta Ketebalan sedimen pada Muara Sungai Bengawan Solo

Pada gambar 4.8 diatas, menunjukkan persebaran ketebalan sedimen pada sungai Bengawan Solo yaitu sekitar 1 meter. Ketebalan sedimen pada sungai di kontrol oleh laju sedimentasi dari sungai Bengawan Solo itu sendiri. Saat arus sungai deras maka laju sedimentasi akan sedikit, namun jika arus sungai melambat maka laju sedimentasi akan meningkat. Hal ini dikarenakan saat arus

sungai melambat, material sedimen akan terendapkan dengan perlahan ke dasar sungai.

Kemudian dilakukan juga analisa ketebalan sedimen pada bagian muara menuju ke laut Jawa. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.9 dibawah ini. Gambar dibawah ini menunjukkan ketebalan sedimen pada muara sungai Bengawan Solo sekitar kura lebih 1 meter.



Gambar 4.9 Peta Ketebalan sedimen pada bagian muara menuju ke Laut Jawa.

Dari analisa peta ketebalan bagian sungai dan bagian muara menuju ke laut, dapat disimpulkan jika persebaran ketebalan sedimen pada muara Bengawan Solo yakni kurang lebih 1 meter. Semakin menuju ke laut, maka ketebalan sedimen akan semakin menebal. Untuk lebih menguatkan analisa, maka dilakukan pengamatan lapangan. Pengamatan di lapangan yang dilakukan adalah melihat sekitar kondisi sungai, seperti pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 Sedimen pada bagian dinding sungai Bengawan Solo

Sedimentasi pada bagian dinding sungai yang terlihat pada gambar 4.10 cukup tebal. Foto ini diambil pada bagian sungai Bengawan Solo, pada gambar 4.10 terlihat lapisan sedimen seperti berlapis-lapis. Lapisan – lapisan ini menunjukkan waktu material sedimen tersebut terendapkan. Satu lapisan menunjukkan waktu pengendapan sedimen yang sama, material penyusul sedimen pada gambar tersebut adalah clay (*lempung*).

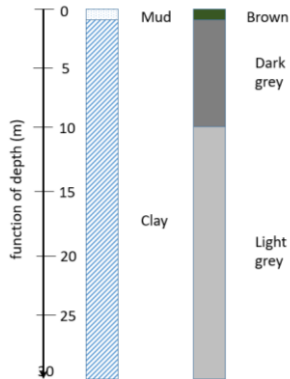
4.3 Integrasi Data SBP, Data Batimetri dan Data Bor

Untuk mendapatkan ketebalan sedimen pada muara sungai Bengawan Solo yang akurat, maka perlu dilakukan integrasi data antara data SBP, data batimetri dan juga data bor. Lokasi data bor ditunjukkan pada gambar 4.11 dibawah ini, yaitu lokasinya dibagian muara menuju ke Laut Jawa (dibagian pantai).



Gambar 4.11 Lokasi data bor

Data bor merupakan data yang paling akurat, karena dilakukan pengambilan sampel langsung dilapangan. Namun untuk satu lokasi bor diperlukan biaya yang sangat mahal. Karena faktor ini, biasanya data bor hanya pada beberapa titik lokasi studi. Pada penelitian ini, kedalaman data bor mencapai 30 meter, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 Data Bor

Pada grafik data bor pada gambar 4.12 diatas, ketebalan lapisan sedimen yaitu sekitar 1 meter, hal ini sesuai dengan data SBP yang sudah dilakukan interpretasi. Sehingga dapat dianalisa bahwa hasil analisa ketebalan sedimen sudah akurat. Kemudian dibawah lapisan sedimen terdapat 1 lapisan tebal sampai kedalaman 30 meter.

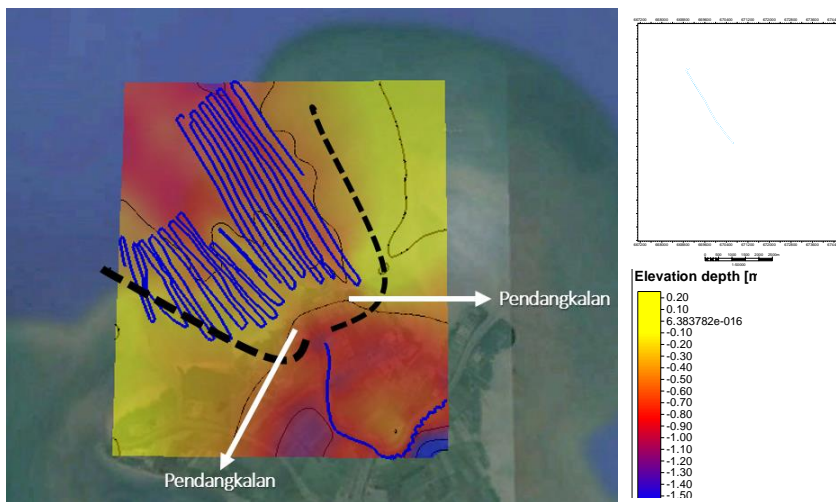


Gambar 4.13 Sampel material penyusun bawah permukaan muara sungai.

Kemudian sampel bor yang ditunjukkan pada gambar 4.13 diatas ini, dilakukan analisa labolatorium. Dari hasil laboratorium penyusul material sedimen yaitu lumpur dengan butiran baik. Warna dari lapisan sedimen pada muara sungai yaitu berwarna coklat. Kemudian material penyusul dari lapisan bawah sedimen ini adalah lempung. Dari sampel material sedimen pada gambar 4.13, warna dari lapisan lempung terdapat 3 warna dengan kedalaman yang berbeda-beda. Warna yang berbeda ini menunjukkan umur dari proses sedimen pada muara sungai Bengawan Solo tersebut.

4.4 Analisa Tipe Bentuk Muara Bengawa Solo

Terdapat 3 jenis faktor utama dari tipe bentuk muara, yaitu faktor pasang surut air laut, debit sungai dan gelombang laut. Pada penelitian ini, faktor utama yang membentuk muara sungai yaitu debit sungai. Hal ini ditunjukkan pada gambar 4.14 dibawah ini.

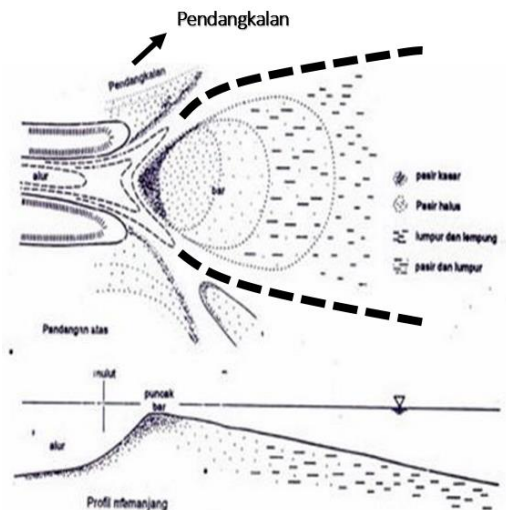


Gambar 4.14 Analisa tipe muara Bengawan Solo.

Berdasarkan gambar 4.14 dan gambar 4.15 ciri dari tipe pengendapan yang dibentuk oleh debit sungai adalah pada bagian bibir sungai mengalami pendangkalan yang cukup signifikan, hal ini di terjadi pada muara sungai Bengawan Solo yang pada gambar 4.15 ditunjukkan dengan panah berwarna

putih. Selain itu tipe ciri khas lainnya adalah bentuk endapannya yang meluas lebar diikuti dengan ukuran butir yang semakin ke arah laut akan semakin halus. Hal ini ditunjukkan pada garis putus-putus berwarna hitam pada gambar 4.14 dan gambar 4.15.

Material sedimen dari mulut muara menuju ke laut yaitu pasir besar – pasir halus – lumpur dan lempung – pasir dan lumpur. Sebelumnya telah dibahas bahwa dari data bor yang diambil di daerah muara menuju laut, menunjukkan material penyusun sedimennya adalah lumpur. Hal ini sesuai juga dengan teori bentukan muara yang disebabkan oleh debit sungai seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4.15 Teori tipe bentukan muara yang dibentuk oleh debit sungai.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari Penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan data SBP dan juga data bor, maka ketebalan sedimen di Muara Sungai Bengawan Solo kurang lebih 1 meter.
2. Berdasarkan data bor pada muara sungai, dapat diidentifikasi jenis sedimen yang mendominasi pada muara sungai Bengawan Solo adalah lumpur dengan butiran penyusun yang baik.
3. Kedalaman Muara Sungai Bengawan Solo yaitu 0.3 – 8 meter.
4. Bentuk muara sungai Bengawan Solo, yakni Delta Pangkah disebabkan oleh pengaruh dari debit sungai Bengawan Solo.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya perlu dilakukan pengambilan data bor di beberapa titik lagi, yaitu di bagian mulut muara Bengawan Solo dan pada bagian badan sungai Bengawan Solo.
2. Kemudian, perlu adanya kontrol kedalaman air laut dengan menggunakan *echosourder* sehingga didapatkan angka kedalaman yang lebih akurat.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Ulil. 2016. *Integrasi Data SBP dan Gravity Core untuk Menentukan Dinamika Sedimentasi Resen di Perairan Utara Wokam*: Institut Pertanian Bogor.
- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (BBWSBS). 2016. *Profil Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Bengawan Solo*. BBWSBS, Surakarta.
- Lurton, X. 2002. *An Introduction to underwater acoustic*. Springer, Praxis. Chichester, UK.
- Penrose et al. 2005. *Acoustic Techniques for Seabed Classification*: Cooperative Research Centre for Coastal Zone Estuary and Waterway Management.
- Sun, Y., Y. Gao, P. Yan, J. Wang, W. Yuan, H. Wub, Y. Wang, P. Wan, and G Zhao. 2009. *Development of a 20 kJ sparker for high resolution ocean seismic survey*. Acta Physica Polonica, 115:10591061
- SyQwest. 2016. *StrataBox Marine Geophysical Instrument*: Syqwest Incorporated
- Wang, J. and Sacchi, M. 2009. *Noise reduction by structure and amplitude preserving multichannel deconvolution*. CSEG recorder.
- Yuskar, Yuniarti dan Choanji, Tiggi. 2016. *Sedimentologi Dasar*: UIR Press.
- Yilmaz, O. 2001. *Seismic data analysis processing, inversion, and interpretation seismic data*. Society Exploration Geophysicists, USA.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISTILAH

| | |
|-------------------|--|
| Data SEG-Y | Format data seismik yang sangat populer digunakan dalam ilmu geofisika. |
| Data ODC | Format rekaman data akusisi SBP pada software StrataBox |
| Gelombang Akustik | Gelombang mekanis yang berasal dari getaran mekanis. Gelombang akustik memerlukan medium (padat, cair, dan gas) untuk perambatannya. |
| Noise Seismik | Gelombang yang tidak dikehendaki dalam sebuah rekaman seismik. |
| Transduser | Sensor untuk memancarkan gelombang akustik dan sensor untuk menangkap |
| Wavelet | Gelombang mini atau 'pulsa' yang memiliki komponen amplitudo, panjang gelombang, frekuensi dan fasa. |

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN

| | |
|--------------------------------|---|
| Units | Feet or Meters |
| Depth Ranges | 0-15, 0-30, 0-60, 0-120, 0-240, 0-450 Feet 0-5, 0-10, 0-20, 0-40, 0-80, 0-150 Meters |
| Shift Range | 0-450 Feet in 1 Foot increments 0-150 Meters in 1 Meter increments |
| Zoom Range | 15, 30, 60, 120, 240 Feet 5, 10, 20, 40, 80 Meters |
| Zoom Modes | Bottom Zoom, Bottom Lock Zoom, Marker Zoom, GUI Zoom (Playback Only) |
| Display | Normal Data, Zoom Data, Navigation, Depth, Command/Status, Color Control for Data: 4 Selections or Custom (User Input), Data Color Invert possible |
| Strata Resolution | 6 cm with 40 Meters of bottom penetration |
| Depth Resolution | 0.1 Feet, 0.1 Meters |
| Depth Accuracy | ± 0.5% |
| Speed of Sound | 1500 Meters/Second, 4800 Feet/Second |
| Geographic Position | NMEA 0183, GLL, GGA, RMC, VTG, VHW, HDT Selectable Baud Rates (RS-232): 4800, 9600, 19200, 38400 |
| Data Interface | SYQWEST StrataBox Interface, 57600 Baud (RS-422) |
| Printer Output | Centronics (Parallel Port) interface to TDU Series Thermal Printers |
| Shallow Water Operation | < 2.5 Meters; bottom type dependant |
| Transmit Rate | Up to 10 Hz, depth and operator mode dependant |
| Event Marks | Periodic, External, and/or Manual (Periodic selectable in 1 minute intervals) |
| Data File Output | Stores Depth, Navigation, and Graphic Data in ODC format (Proprietary) Normal and Zoom Data stored is Pixel data and can be played back and/or printed |
| Data File Playback | Files can be played back and/or printed at Normal or Fast-Forward speed, with Pause and GUI Zoom available |
| Frequency Output | 10 KHz |
| Transmit Output Power | 300 Watts (Pulsed), 1000 Watts capable |
| Input Power | 10-30 Volts DC, Nominal power 8 Watts, Reverse Polarity and Over Voltage Protected |
| Dimensions | 25.4 cm (10") Length, 15.876 cm (6.25") Width, and 6.25 cm (2.5") Height |
| Weight | 0.9 kg (2.0 lbs) |
| Environmental | -25°C to +60°C Operating Temperature (-55°C to +90°C Storage) Water Resistant to EN60529 IP65 EMC meets EN60945 Emissions; CE Compliant |

Gambar 1. Spesifikasi alat yang digunakan, yaitu *Stratabox Marine Geophysical Instrument*



Gambar 2. Dokumentasi lapangan saat pengambilan data SBP dan batimetri.



Gambar 3. Dokumentasi lapangan saat mengoperasikan software.



Gambar 4. Dokumentasi lapangan saat memasang alat ke badan kapal.

BIODATA PENULIS



Innanda Rizqiani Putri dan besar di Surabaya, Jawa Timur. Lahir pada tanggal 20 Desember 1993. Riwayat pendidikan penulis SD Hang Tuah 12, SMP Negeri 5 Surabaya, SMA Negeri 1 Surabaya. Penulis aktif dalam kegiatan sosial dan pernah menjadi salah satu *volunteer* di Kelas Inspirasi Surabaya Batch 3. Selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan mahasiswa di ITS. Selain aktif dalam kegiatan yang mengasah *soft-skill*, penulis juga sering menulis karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemanfaatan Kecepatan Angin di Jembatan

Nasional Suramadu dalam Analisa Awal Potensi PLTAL (Pembangkit Listrik Tenaga Angin Laut” di publikasikan pada Seminar Nasional ATPW 2013. Selain itu pernah juga menulis karya tulis pada publikasi seminar internasional yang berjudul “*Impact of Topographic Change Against Groundwater Recharge Areas Caused by Limestone Mining in Rengel Distric, Tuban Regency*” pada Cities International Seminar 2013. Setelah itu, penulis juga menulis publikasi ilmiah yang berjudul “*Angle of Repose Measurement from Mt. Bromo Material Phreatic Eruption in Sapi Kerep, Ngadirejo, and Ngadisari around Mt.Bromo*” di publikasikan pada PIT 39 HAGI 2014 di Solo. Selain itu penulis juga pernah mempublikasikan karya tulis ilmiah pada Simgresnas IATMI pada tahun 2014 di Jakarta, dengan judul “*Fluid Replacement Modelling (FRM) as a Model of The Synthetic Seismic Response Changes Result of CO2 Injection for Enhanced Oil Recovery (EOR) Based on Well Based Modelling and Simulation of Synthetic Seismic in Ngrayong Formation, East Java Basin*”. Untuk keterangan lebih jelas mengenai tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui *email* : innanda.rp@gmail.com .